-جامعة دمشق-
المعهد العالي للدراسات والبحوث الزلزالية
قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية

تقييم أضرار عدم كفاية الفاصل الزلزالي بين الأبنية المتجاورة

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الإنشائية الزلزالية

إعداد

م. يامن خضري بك

إشراف

د. م. حافظ صادق

2011-2010

السادة أعضاء لجنة الحكم

الدكتور مأمون السمكري أستاذ في الهندسة الإنشائية كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق

الدكتور عمار كعدان أستاذ في الهندسة الإنشائية كلية الهندسة المدنية جامعة حلب

الدكتور حافظ صادق مدرس في الهندسة الإنشائية كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق

كلمة شكر

الحمد لله الذي أكرمنا بالعقل فشرفنا به على سائر المخلوقات و الصلاة والسلام على النبي القدوة محمد بن عبد الله الذي علمني أنه من لم يشكر الناس لم يشكر الله . فكل الشكر و التقدير للدكتور المهندس حافظ الصادق الذي تفضل بالإشراف على هذه الرسالة فكان نعم المرشد و المعلم جزاه الله خيرا .

و الشكر الجزيل موصول لكل أخ مد لي يد العون بورقة علمية أو بالتشجيع والتحفيز أو بالدعاء بالتوفيق لإنجاز هذا البحث .

ملخص البحث:

تشكل ظاهرة الطرق بين الأبنية المتجاورة أحد أهم أسباب انهيار المباني أثناء حدوث الزلازل لذلك تلجأ معظم الكودات لتجنب حدوث الطرق عن طريق زيادة المسافة بين الأبنية المتجاورة ، ولكن من جهة أخرى التكلفة المرتفعة للأراضي تفرض علينا الاستفادة من أكبر مساحة ممكنة بالإضافة لصعوبة معالجة الفاصل معماريا و بشكل خاص بالنسبة للأبنية العالية فقد يصل عرض الفاصل إلى 50 سم .

كما انه في الفترة الأخيرة و بعد صدور الملحق الثاني للكود السوري 2005 جرى جدل كبير في نقابة المهندسين حول قيمة عرض الفاصل و تم إضافة تعديل مؤقت لعرض الفاصل في الملحق الأول للكود السوري 2006 على فرض إجراء دراسات مستقبلية موسعة حول الموضوع

حاولنا أن يكون هذا البحث احد الدراسات التي تناقش موضوع الفاصل الزلزالي حيث قمنا في بادئ الأمر باستعراض معظم الأبحاث التي تناولت موضوع الطرق بالفترة الأخيرة ثم ناقشنا آلية نمذجة الطرق و الطريقة الأنسب لدراسة الطرق ضمن البرامج المتوفرة و ذلك اعتمادا على الأبحاث السابقة ثم اخترنا 264 حالة لدراسة الطرق في المستوي وذلك لتغطية معظم الحالات الموجودة بالواقع و أجرينا تحليل ديناميكي لا خطي لكافة الحالات و ذلك لثلاثة سجلات زلزالية و بقيم تباعدات مختلفة بين الإطارات مأخوذة من القيم الموجودة بالكود السوري و ملحقاته .

بعد إنهاء التحليل لكافة النماذج ناقشنا التغير بقوى القص و الانتقالات و قوى الطرق و توزع المفاصل اللدنة للإطارات المعرضة للطرق و درسنا العوامل المؤثرة على الطرق و قمنا بمناقشة قيم عرض الفاصل بالكود السوري مع نتائج الدراسة ثم قمنا بالفصل الأخير بتلخيص النتائج و كتابة التوصيات التي نراها مناسبة من خلال هذا البحث لتعديل قيمة عرض الفاصل بالكود السوري

الرموز المستخدمة:

c ثابت المخمد

D قيمة عرض الفاصل حسب الكود السوري

0.7D قيمة عرض الفاصل 70% من قيمة الكود السوري

0.5D قيمة عرض الفاصل 50% من قيمة الكود السوري

0.25D قيمة عرض الفاصل 25% من قيمة الكود السوري

Δm الانتقال اللدن للمنشأ

Δs الانتقال المرن للمنشأ

E_e الطاقة المرنة الاعظمية للمنشأ

e عامل تبديد الطاقة

F_R: نسبة عدد الطوابق النموذجين المعرضين لطرق

Fc قوة الطرق المتشكلة بالنابض

g قيمة الفاصل بين البنائين

K_R: نسبة صلابتي النموذجين المعرضين لطرق

K_f صلابة النابض

M_R : نسبة كتلتي النموذجين المعرضين لطرق

m كتلة المنشأ

m_1,m_2 كتلة المنشأين التصادمين

μ_Φ عامل المطاوعة

R معامل رقمي يمثل المقاومة الزائدة المتأصلة ومقدار الممطولية العامة للجملة المقاومة للقوى الافقية

ρ عامل ارتباط

r_1, r_2 نصفي قطر الطاقة للكتلتين المتصادمتين

R_{per} نصف قطر الطاقة الوهمية

T_R نسبة دوري النموذجين المعرضين للطرق

T_1, T_2 دوري المنشأين المعرضين للطرق

T_{eff}: الدور الفعال للمنشأ

u_1, u_2 الانتقاليين للمنشأين المعرضين للطرق

v_1, v_2 سرعتي المنشأين المعرضين للطرق

ω تواتر الحركة الأرضية

ζ_1,ζ_2 : نسبة التخامد المنشأين المعرضين للطرق

ζ_{eff} : نسبة التخامد الفعال للمنشأ

x_{11}, x_{21}, x_{31} الانتقال الكلي للكتل المجمعة

$x_{11,B1}, x_{21,B2}, x_{31,B3}$ انتقال الكتل بالنسبة للقاعدة

$\ddot{x}_{B1}, \ddot{x}_{B2}, \ddot{x}_{B3}$ التسارع الكلي للقاعدة

الفهرس

الأشكال

الفصل الأول

مقدمة

1-1-تحديد المشكلة

إن ازدحام الأبنية في المدن الكبيرة وقربها من بعضها البعض نتيجة الارتفاع الكبير لأسعار الأراضي في هذه المدن يعطي إمكانية كبيرة لحدوث الطرق بين الأبنية المتجاورة.

يمكن أن يحدث الطرق بين مبنيين لهما نفس الارتفاع أو بارتفاعات مختلفة ويمكن أن يكون بمنسوب البلاطة نفسه أو بمناسيب مختلفة ولأبنية متشابهة أو مختلفة الخصائص الديناميكية و تبرز مشكلة الطرق بشكل أساسي في الأبنية القديمة القائمة والمتجاورة والتي يكون الفاصل فيما بينها صغير جدا، وكذلك في الأبنية ذات الطول الكبير بالمسقط الأفقي والتي تتطلب وضع فواصل انشائية لتجنب التأثيرات الحرارية للمنشأ و بالتالي تقسيم المنشأ إلى عدة كتل و قد تصل قيمة عرض الفاصل بين هذه الكتل إلى 50 سم في المباني المرتفعة مما يسبب صعوبة كبيرة بمعالجتها معماريا .

يسبب الطرق أضرار شديدة و ذلك بسبب تعرض البناء إلى قوة صدم جانبية قصيرة الأمد وغالبا غير محسوبة عند التصميم الإنشائي و بالتالي قد تتغير الاستجابة الديناميكية الكلية للبناء ويمكن في بعض الحالات أن تتضاعف قيمة قوة القص الكلية التي صمم عليها المبنى حسب الكود مما يسبب انهيار البناء ونقصان احتمالية نجاة سكانه.

عند دراسة الزلازل السابقة تبين أن أقل الأضرار الناجمة عن الطرق عندما يكون المبنيين لهما نفس الارتفاع و الخصائص الديناميكية و الطرق يحدث بمنسوب البلاطة بينما كانت الأضرار أكبر عندما وجد اختلاف بالارتفاعات أو المناسيب أو الخصائص الديناميكية .

يمكن تصنيف الضرر الناتج عن الطرق بالزلازل السابقة حسب ما يلي :

1- أضرار كبيرة أدت لانهيار جزء من المنشأ و في بعض الأحيان انهيار كامل المنشأ

حيث يوضح الشكل (1-1) انهيارا لطابق الوسطي لفندق (de carol) في المكسيك بسبب الصدم مع البناء الذي على يساره وهذا يوضح أثر الطرق في حال اختلاف الخصائص الديناميكية حيث أن

المبنيين لهما ارتفاع مختلف ، كما يوضح الشكل (2-1) اثر الطرق بمناسيب مختلفة للأبنية ، ويوضح الشكل (3-1) انهيار جزء من مبنى وزارة الاتصالات والنقل حيث انهار الجزء العلوي من المبنى نتيجة الطرق مما أدى لانقطاع كل الاتصالات عن المكسيك و يوضح الشكل (4-1) انهيار العمود الركني لبناء قيد الإنشاء نتيجة الطرق

2- أضرار معمارية أو أضرار إنشائية طفيفة

حبت يوضح الشكل (5-1) مبنيين متشابهين و الصدم بمنسوب البلاطات نلاحظ تهشم في اكساء الواجهات

3- أضرار في فعالية أنظمة الكهرباء وإطفاء الحريق داخل المبنى



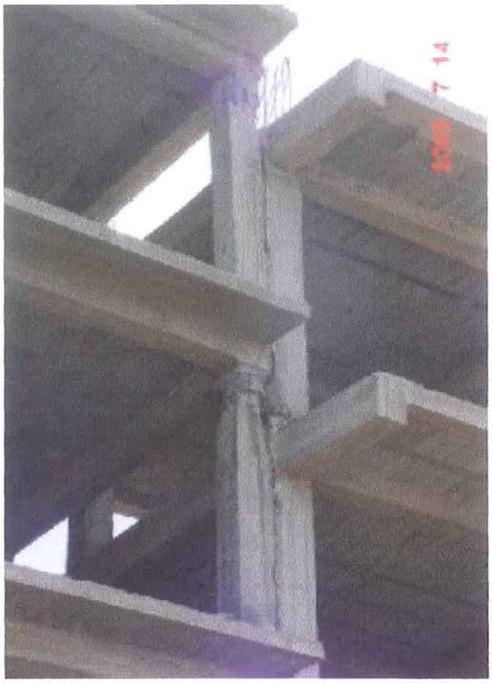
الشكل 1-1 (زلزال Mexico 1985) [12]

و الجدول(1-1) يوضح نسب الضرر في الابنية نتيجة الطرق في زلزال (Loma 1989)

وذلك حسب [13]

الجدول 1-1

نسبة الأبنية المتضررة بشكل طفيف	نسبة الأبنية المتضررة بشكل كبير	
%79	%21	Loma 1989



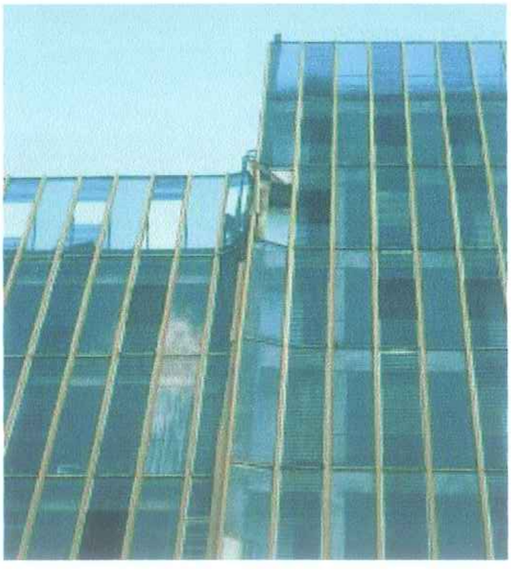
الشكل 2-1: يوضح تهشم الأعمدة نتيجة الطرق – (زلزال 2003 Zemmouri) [12]



الشكل 3-1: (زلزال 1985 Mexico) [12]



الشكل 4-1: انهيار عمود من المبنى نتيجة الطرق – (زلزال 1999 Kocaeli) [4]



الشكل 5-1: (زلزال 1985 Mexico) [3]

1-2-هدف البحث:

دراسة امكانية حصول الطرق بين بنائين متجاورين عند أبعاد مختلفة لعرض الفاصل و تقييم التغير في القوى والتشوهات التي يتعرض لها البناء عند حدوث الطرق باستخدام طريقة التحليل الديناميكي اللاخطي و من ثم مناقشة ما ورد في الكود العربي السوري حول قيم عرض الفاصل بين الأبنية المتجاورة على ضوء نتائج الدراسة التحليلية.

1-3-مخطط البحث:

تقوم من خلال هذا البحث بإلقاء الضوء على خطورة ظاهرة الطرق على المباني المتجاورة حيث حدث جدل كبير هذا الموضوع في السنوات السابقة وذلك بسبب القيم الكبيرة التي تعطيها الكودات لعرض الفاصل وصعوبة معالجتها معماريا .

الفصل الأول من البحث عبارة عن مقدمة توضح الأضرار الناجمة عن الطرق بالزلازل السابقة ويتناول الفصل الثاني قيم عرض الفاصل في الكودات والأبحاث السابقة حول موضوع الطرق ويتناول الفصل الثالث دراسة آلية نمذجة الطرق والنماذج المستخدمة لنمذجة الطرق وتحديد النموذج المستخدم بالدراسة ثم تطرقنا إلى معادلات الحركة للجملة وحيدة وثنائية درجة الحرية مع إدخال قوى الطرق بمعادلة الحركة . عرضنا في الفصل الرابع الأمثلة المستخدمة في البحث والتي تم إجراء المقارنات من خلالها ثم عرضنا كافة نتائج التحليل للنماذج المستخدمة كتغير قوى القص والانتقالات وقيم قوى الطرق وتغير توزع المفاصل اللدنة بفعل الطرق . قمنا بالفصل الخامس بتحليل النتائج التي وصلنا إليها وأجرينا عدة مقارنات مع الكود السوري وأنهينا البحث بالفصل السادس والذي لخصنا فيه النتائج والتوصيات والتي توصلنا إليها من خلال هذا البحث .

الفصل الثاني

عرض الأبحاث السابقة و قيم الفاصل بالكودات

2-1- مراجعة الأبحاث السابقة حول دراسة أثر الطرق :

2-1-1- أبحاث استخدمت جملة وحيدة درجة الحرية :

2-1-1-1- قام (Wolf and Skrikerud 1980) [12] بدراسة ظاهرة الطرق باستخدام نابض ذي سلوك خطي وتم التركيز على الصدم المرن ولم يؤخذ بعين الاعتبار تبديد الطاقة وقد وجدا أن ظاهرة الطرق تؤثر على الاستجابة الديناميكية للمنشأ ويكون التأثير يشكل واضح على المنشآت ذات الصلابة القليلة بينما يكون هناك تأثير طفيف على تغير استجابة المنشأ ذي الصلابة الكبيرة نتيجة الطرق .

2-1-1-2- درس (Anagnostopoulos 1988) [11] ظاهرة الطرق و استخدم نموذج نابض مع مخمد بالمرحلة الخطية والمرحلة اللاخطية وقد وجد أن التسارعات في المرحلة اللاخطية هي أقل مقارنة مع المرحلة الخطية كما أن عدد مرات الطرق وقوى الطرق هي أقل أيضا

2-1-1-3- قام (Jing and Young 2001) [12] بدراسة ظاهرة الطرق و استخدم نموذج نابض Hertzحيث تركزت دراستهما على تغير تواتر الاهتزاز وقد وجدا أن التواتر الفعال لبناء أثناء الطرق يمكن أن يتضاعف مرتين عنه قبل الطرق .

2-1-4- قام (Jankowski 2004) [15] بدراسة ظاهرة الطرق واستخدم نموذج نابض Hertz لمحاكاة الطرق حيث قام بإجراء عدة مقارنات لتحديد علاقة القيمة الأعظمية لقوة الطرق بعدة معاملات مثل (عرض الفاصل - الدور – التخامد – الكتلة – المقاومة – السجل الزلزالي) و قد وجد أن هذه العوامل تؤثر بشكل هام على قيم قوى الطرق

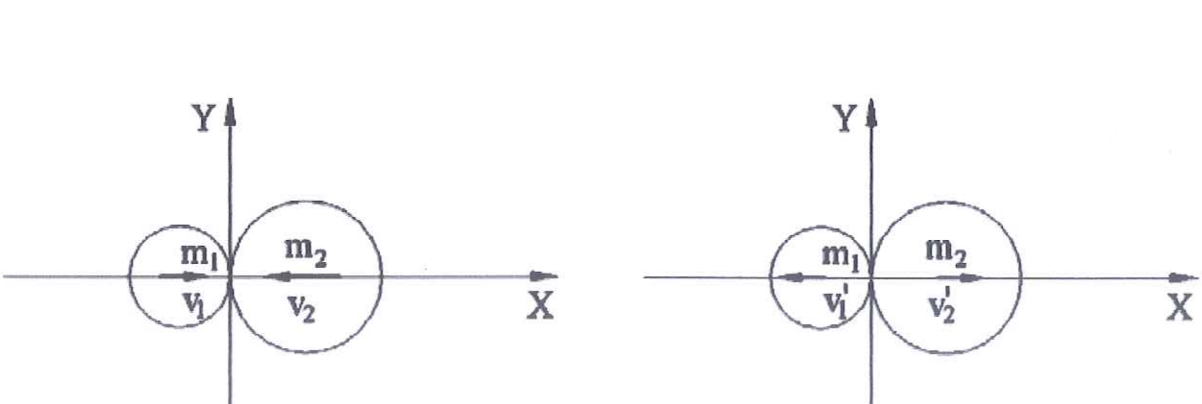
2-1-2- أبحاث استخدمت متعدد درجة الحرية :

2-1-2-1- طور (Anagnostopoulos and Spilioulos 1992) [17] دراستهما لجملة وحيدة درجة الحرية إلى نموذج متعدد درجة الحربة فقاموا بدراسة عدة حالات لمنشآت متجاورة في

المرحلة الخطية والمرحلة اللاخطية حيث تمت نمذجة المنشأ ككتل مجمعة في مناسيب الطوابق وتم استخدام نموذج Kelvin لنمذجة الطرق وتمت الدراسة لخمسة سجلات زلزالية وقد وجدا أن الطرق يؤثر بشكل واضح خاصة عندما يكون هناك فرق بالارتفاعات - الأدوار – الكتل وفي حال اختلاف ارتفاعات الطوابق يزداد الانتقال اللدن للمبنى الأقل ارتفاعا بينما لايتأثر الانتقال للمبنى الأكثر ارتفاعا بشكل كبير ويمكن أن يتأثر المبنى الأكثر ارتفاع في حال كان المبنى القصير ذي صلابة عالية

2-2-1-2-درس (Maison and Kasai 1990) [10] أثر تغير العديد من العوامل على ظاهرة الطرق .وذلك لحالة بنائين 15 و 8 طوابق حيث وجدوا إن استجابة المنشأ تصبح أكبر كلما زادت كتلة المبنى القصير كما إن زيادة عرض الفاصل تقلل من تأثر استجابة المنشأ الطويل ويكون زيادة الاستجابة واضحة في الجزء العلوي للمبنى الطويل عند تصغير عرض الفاصل.ووجدوا أيضا أن خصائص النابض لها تأثير طفيف على استجابة كل من البنائين وأكثر العوامل تأثرا هو التسارع.

3-2-1-2- قام (Conoscente de la 1992) [12] بدراسة نفس الحالة السابقة بتطبيق نظرية الطاقة الحركية بدل استخدام النابض وذلك لإيجاد السرعة بعد الصدم حسب الشكل (1-2) والعلاقات (2-1,2-2,2-3) ووجد أن قوة القص تتأثر بشكل كبير بالطرق ولكن هذا الأثر ينحصر بشكل أساسي عند منطقة الصدم



الشكل 1–2: الصدم وفق نظرية الطاقة الحركية

$$v'_1 = v_1 - (1 + C_R).\frac{m_2(v_1 - v_2)}{m_1 + m_2} \quad (2\text{-}1)$$

$$v'_2 = v_2 - (1 + C_R).\frac{m_2(v_1 - v_2)}{m_1 + m_2} \quad (2\text{-}2)$$

$$C_R = \frac{v'_1 - v'_2}{v_1 - v_2} \quad (2\text{-}3)$$

u'_1,u'_2 سرعتي المنشأين المعرضين لصدم

m_1,m_2 كتلتي المنشأين التصادمين

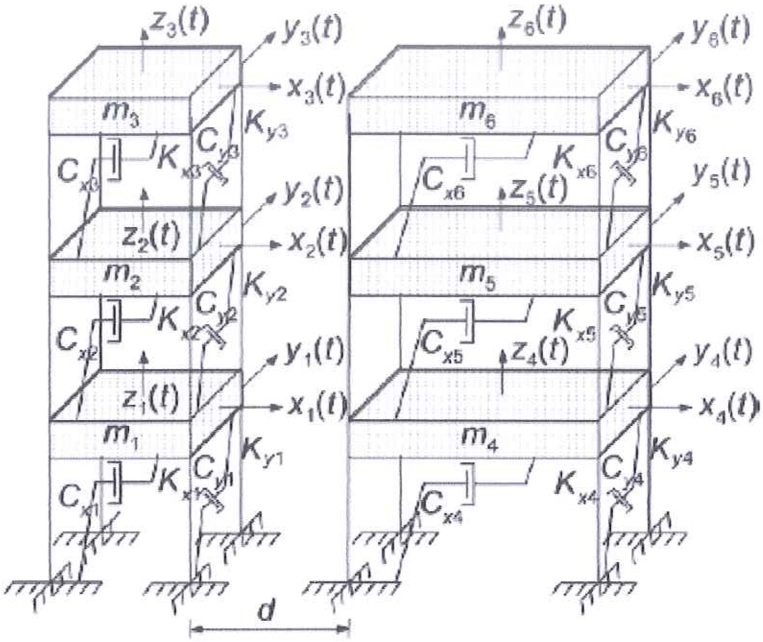
C_R عامل يعبر عن الضباع بالطاقة أثناء الصدم تعتمد قيمته على خواص المواد للجسمين المتصادمين (بيتون- بيتون أو معدن-معدن) يمكن أن تتراوح قيمة العامل من 0.2 إلى 0.8 ويأخذ القيمة 0 في الصدم تام المرونة و القيمة 1 في الصدم تام اللدونة

2-1-2-4- قام (Papadrakakis and Mouzakis 2004 [12] بدراسة ظاهرة الطرق لنموذجين ثلاثيي الأبعاد حيث اعتبر أن الكتل مجمعة بمراكز الطوابق وأجريا تحليل خطي ولاخطي واستنتجا أن استجابة المنشآت ذات الصلابة العالية لاتتأثر بظاهرة الطرق حتى لو صغرت قيمة الفاصل بينما المنشآت المرنة يزداد قيمة الانتقال مع زيادة عرض الفاصل .

2-1-2-5- قام (Jeng and Tzeng 2000) [16] بعمل إحصائية لقيم عرض الفاصل الزلزالي في مدينة Taipeiحيث أجرى عدة تحاليل لظاهرة الطرق لعدة أبنية متجاورة ومعرضة لنفس السجل الزلزالي وتم نمذجة البناء باعتباره إطار مقاوم للعزوم و تمت الدراسة لطرق بمنسوب البلاطة وبمناسيب مختلفة وتمت نمذجة الطرق بنموذج نابض .ووجد أنه لايوجد علاقة واضحة بين نقصان قيمة عرض الفاصل وزيادة قوى الطرق في الحالات التي يكون فيها الطرق بمناسيب مختلفة يظهر أثر الطرق بالمبنى الأكثر ارتفاعا في منسوب الطرق والمنسوب الذي يعلوه وبمنسوب الطرق للمبنى الأقل ارتفاعا .

2-1-2-6- قام (Jankowski 2004) [30] بدراسة الطرق لنماذج ثلاثية الأبعاد مؤلفة من 3 طوابق والطرق بمنسوب البلاطات الشكل () تم افتراض أحد المنشأيين ذي صلابة وكتلة كبيرين

مقارنة مع النموذج الثاني حيث يوضح الشكل (2-2) خصائص النموذجين ، و لنمذجة الطرق استخدم هذا البحث نموذج Hertz وهو نابض ذي سلوك لاخطي مترابط مع مخمد حيث تنشأ القوى بالنابض عندما يصبح التباعد بين البنائين أقل من عرض الفاصل بينهما و توضح العلاقات (2-4) خصائص النموذج و القوى التي تنشأ فيه تم اجراء تحليل ديناميكي بتطبيق سجل Elcentro وتمت برمجة معادلات الحركة الموضحة بالشكل (2-3) باستخدام برنامج Matlab



الشكل 2-2: نموذجي الدراسة

$$F_{xij}(t) = 0 \quad \text{for } \delta_{ij}(t) \le 0;$$

$$F_{xij}(t) = \bar{\beta}\delta_{ij}^{\frac{3}{2}}(t) + \bar{c}_{ij}(t)\dot{\delta}_{ij}(t) \quad \text{for } \delta_{ij}(t) > 0 \text{ and } \dot{\delta}_{ij}(t) > 0;$$

$$F_{xij}(t) = \bar{\beta}\delta_{ij}^{\frac{3}{2}}(t) \quad \text{for } \delta_{ij}(t) > 0 \text{ and } \dot{\delta}_{ij}(t) \le 0;$$

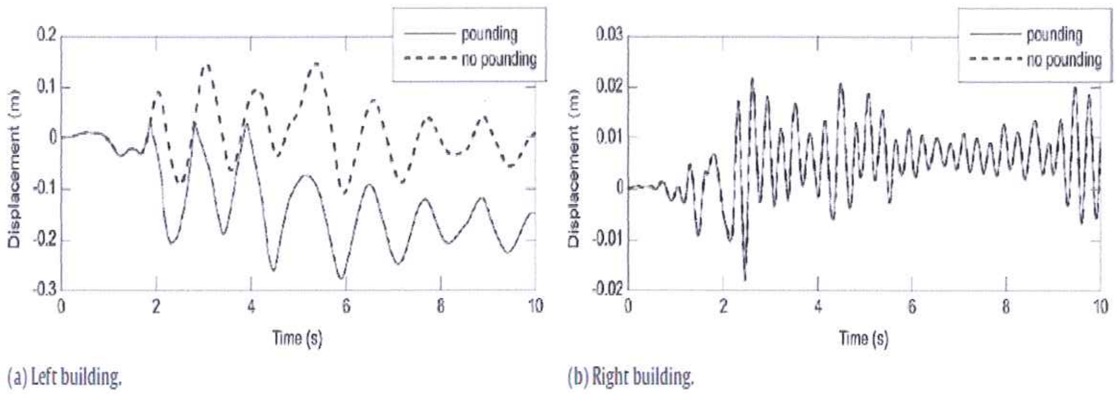
$$\delta_{ij}(t) = x_i(t) - x_j(t) - d;$$

$$\bar{c}_{ij}(t) = 2\bar{\xi}\sqrt{\bar{\beta}\sqrt{\delta_{ij}(t)}\frac{m_i m_j}{m_i + m_j}}. \qquad (2 - 4)$$

$$
\begin{bmatrix} \mathbf{M} & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{M} & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{M} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ddot{\mathbf{x}}(t) \\ \ddot{\mathbf{y}}(t) \\ \ddot{\mathbf{z}}(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{C}_x & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{C}_y & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{C}_z \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{\mathbf{x}}(t) \\ \dot{\mathbf{y}}(t) \\ \dot{\mathbf{z}}(t) \end{bmatrix}
+ \begin{bmatrix} \mathbf{F}_x^S(t) \\ \mathbf{F}_y^S(t) \\ \mathbf{F}_z^S(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{F}_x(t) \\ \mathbf{F}_y(t) \\ \mathbf{F}_z(t) \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \mathbf{M} & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{M} & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\mathbf{x}}_g(t) \\ \ddot{\mathbf{y}}_g(t) \\ \ddot{\mathbf{z}}_g(t) \end{bmatrix}
$$

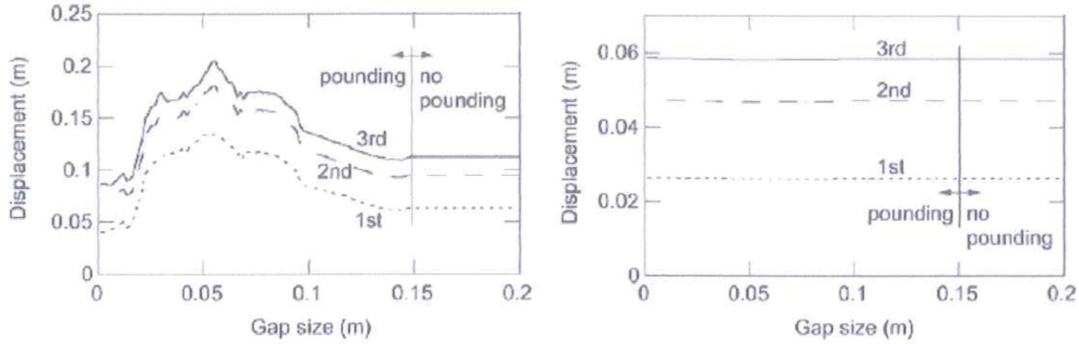
الشكل 3-2: معادلات الحركة

وجد من خلال البحث أن أثر الطرق على استجابة المنشآت المرنة والخفيفة يكون كبير وواضح بينما يكون مهمل نوعا ما على المنشآت الصلبة وذات الأوزان الكبير حيث يوضح الشكل (2-4) الانتقالات في النموذجين قبل و بعد الطرق



الشكل 4-2: السجل الزمني للانتقالات

واستنتج ايضا انه لايوجد علاقة واضحة بين قيمة عرض الفاصل و الزيادة بقيمة الانتقالات حيث يوضح الشكل علاقة الانتقالات بكل طابق من الطوابق بالنموذجين مع تغير عرض الفاصل .



(a) Left building storeys. (b) Right building storeys.

الشكل 5-2: علاقة عرض الفاصل مع الانتقال لكل طابق

2-2- مراجعة الأبحاث السابقة حول قيمة عرض الفاصل :

2-2-1- عرض الفاصل حسب طريقة (SPD) :

قام (Maison and Kasai 1990) [2] باقتراح طريقة (Spectral Difference method) لحساب عرض الفاصل تعتمد هذه الطريقة على نظرية الاهتزاز العشوائي حيث أن الانتقال النسبي بين البنائين لايعتمد فقط على الانتقال الأعظمي لبنائين ولكن أيضا يعتمد على ترابط أطوار الاهتزاز بين البنائين .

حيث يعطى عرض الفاصل بالعلاقة :

$$u_{rel}(SPD) = \sqrt{u_A^2 + u_B^2 - 2\rho_{AB} u_A u_B} \qquad (2\text{-}5)$$

U_a انتقال المنشأ الاول

U_b انتقال المنشأ الثاني

ρ عامل ارتباط يعطى بالعلاقة :

$$\rho_{12} = \frac{8\sqrt{\xi_1 \xi_2}\left(\xi_2 + \xi_1 \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{3/2}}{\left(1 - \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2\right)^2 + 4\xi_1 \xi_2 \left(1 + \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2\right)\frac{T_2}{T_1} + 4\left(\xi_1^2 + \xi_2^2\right)\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2} \qquad (2\text{-}6)$$

	B1– B1			B1– B2			B1– B3			B1– B4			B1– B5			B1– B6		
	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.7 D	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	x
0.5 D	-	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	x
0.25 D	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	x

	C1– C1			C1– C2			C1– C3			C1– C4			C1– C5			C1– C6		
	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.7 D	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	x	x	x	x	x	x
0.5 D	-	-	-	-	x	-	x	-	x	-	-	-	x	x	x	x	x	x
0.25 D	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	x

نلاحظ من هذه العلاقة أن عرض الفاصل يقل كلما زاد التخميد لكل من البنائين كما يقل كلما كان هناك توافق في الأدوار المنشأين وفي حالة تساوي الدورين يؤول عرض الفاصل إلى الصفر تقتصر هذه الطريقة على إن المنشأ يبقى بالمرحلة المرنة عند الصدم وقد تم تطوير العلاقة لإدخال المرحلة اللاخطية بعين الاعتبار بعدة طرق منها :

1 – طريقة (Penzien)[12] :

يستخدم العلاقة السابقة بعد تبديل الانتقال اللدن بالانتقال المرن و تبديل الدور و التخامد الفعالين بالدور و التخامد حسب العلاقات :

$$T_{Aeff} = T_A \sqrt{\frac{\mu_A}{\gamma + \alpha_A(\mu_A - \gamma)}}$$

$$\xi_{Aeff} = \xi_A + \frac{2}{\pi}\left\{\frac{(\mu_A - \gamma)(1-\alpha_A)}{\mu_A[\gamma + \alpha_A(\mu_A - \gamma)]}\right\} \qquad (2\text{-}7)$$

μ_A معامل مطاوعة الانتقال للجملة

γ معامل يساوي 0.65 له علاقة بالاستجابة الزلزالية لطبقات التربة [12]

a_a معامل يعبر عن نسبة الصلابة النهائية الى الصلابة الاساسية للجملة

2 – طريقة (Kasai)[12] :

يستخدم العلاقة التالية :

$$u_{rel}(SPD) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 - 2.\rho_{12}.u_1u_2} \geq 0.25(u_1 + u_2) \qquad (2\text{-}8)$$

ولحساب ρ نقوم بتبديل الدور و التخامد بالدور و التخامد الفعالين حسب العلاقات :

$$\frac{T_{eff}}{T_0} = [1 + 0.09(\mu - 1)] \qquad (2\text{-}9)$$

$$\xi^* = \xi_0 + 0.084(\mu - 1)^{1.3} \qquad (2\text{-}10)$$

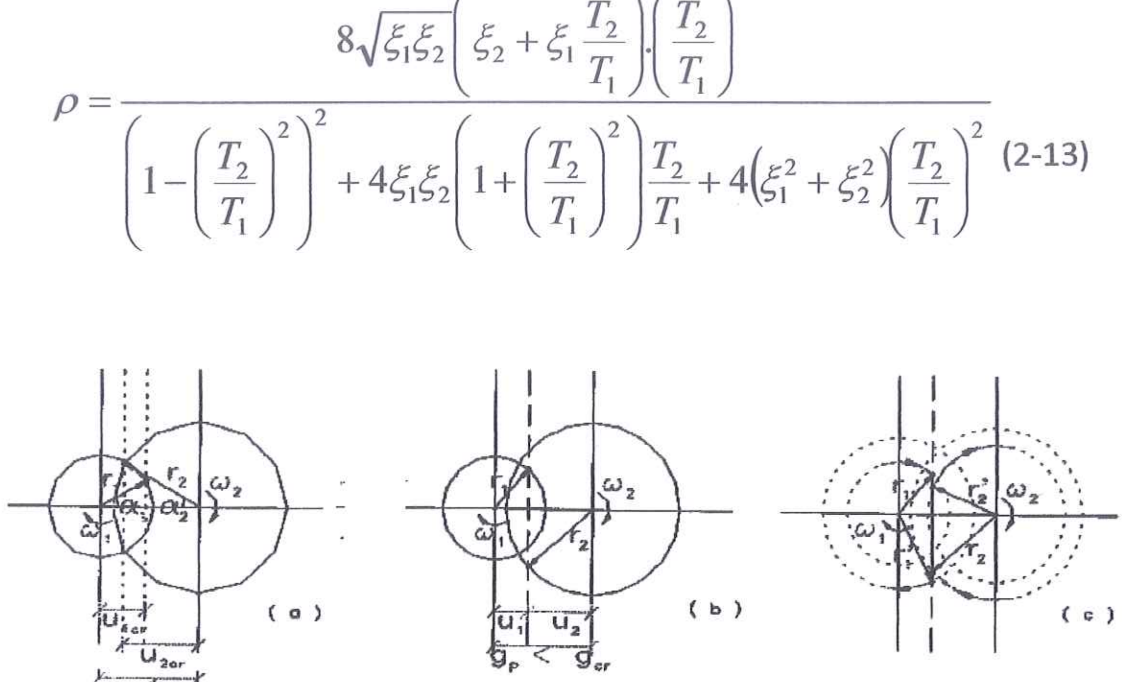
μ معامل مطاوعة الانتقال للجملة

g_{cr} التباعد الاصغري لمنع الطرق

r_1, r_2 نصفي قطر الطاقة للكتلتين المتصادمتين

ρ عامل ارتباط يعطى بالعلاقة :

$$\rho = \frac{8\sqrt{\xi_1\xi_2}\left(\xi_2 + \xi_1\frac{T_2}{T_1}\right)\cdot\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{3/2}}{\left(1-\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2\right)^2 + 4\xi_1\xi_2\left(1+\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2\right)\frac{T_2}{T_1} + 4\left(\xi_1^2+\xi_2^2\right)\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2} \quad (2\text{-}13)$$



الشكل 7-2: تقاطع صف قطر الطاقة للمنشأين المعرضين لطرق [18]

يوضح الشكل(7-2) مراحل الطرق ففي بداية الحركة يوضح الشكل (2-4 -a) حالة نصفي القطرين للجملتين قبل حدوث الطرق و الجملتين منفصلتين تماما مع استمرار الزمن يوضح الشكل (2-7-b) حالة الجملتين قبيل الطرق و يوضح الشكل (2-7-c) حالة الجملتين بعد الطرق و يبين تغير مستويات الطاقة وذلك بزيادة نصف القطر لاحدى الجملتين ونقصانه لأخرى نتيجة الطرق في الجملتين .

لم يتم تطوير هذه الطريقة لإدخال التشوهات اللدنة في حساب الطاقة والتي قد يكون لها أثر جيد

متناظر لقساوة النابض عند الاقتراب والانفصال وذلك بسبب عدم إدخال الضياع بالطاقة بعين الاعتبار .

هناك عدد من الباحثين الذين درسوا ظاهرة الطرق ذكروا أن قيمة خصائص النابض ليس لها تأثير كبير على قوى الطرق واستجابة المنشأتين المعرضين لصدم وذلك حسب [1,12, 22] .

2-4- عرض الفاصل حسب الكود العربي السوري 2004:

2-4-1 تتعلق سعة الفاصل الزلزالي بطول كتلة المبنى بالاتجاه المتعامد مع الفاصل ، كذلك تتعلق هذه السعة بارتفاع الكتلة المجاورة للفاصل و تكون سعة الفاصل مساوية الى :

$$\Delta_{MT} = \sqrt{\Delta_{m1}^2 + \Delta_{m2}^2} \qquad (2\text{-}14)$$

Δ_{m1} الانتقال اللدن في أعلى المنشأ A حسب الشكل (2-1)

Δ_{m2}الانتقال اللدن في أعلى المنشأ B حسب الشكل (2-1)

Δ_{MT} عرض الفاصل المطلوب بين المنشأين

$$\Delta_M = 0.7 * R * \Delta s \qquad (2\text{-}15)$$

Δ_M الانتقال اللدن في أعلى المنشأ

Δ_s الانتقال المرن في أعلى المنشأ

R معامل رقمي يمثل المقاومة الزائدة المتأصلة و مقدار الممطولية العامة للجملة تتراوح قيمته (8.5 – 3.5)

2-2-2- عرض الفاصل حسب طريقة (PER) :

قدم (Valles and Reinhorn 1995) [18] مفهوم جديد لدراسة أثر الطرق لجملة وحيدة درجة الحرية هو (PER Pseudo Energy Radius) مفهوم نصف قطر الطاقة الوهمية حيث يعتمد على الطاقة المرنة للجسمين المتصادمين و التي تساوي مجموع الطاقتين الحركية و الكامنة الشكل (2-6) حيث يعطى نصف القطر لجملة وحيدة درجة الحرية معرضة لحمل زلزالي بالعلاقة :

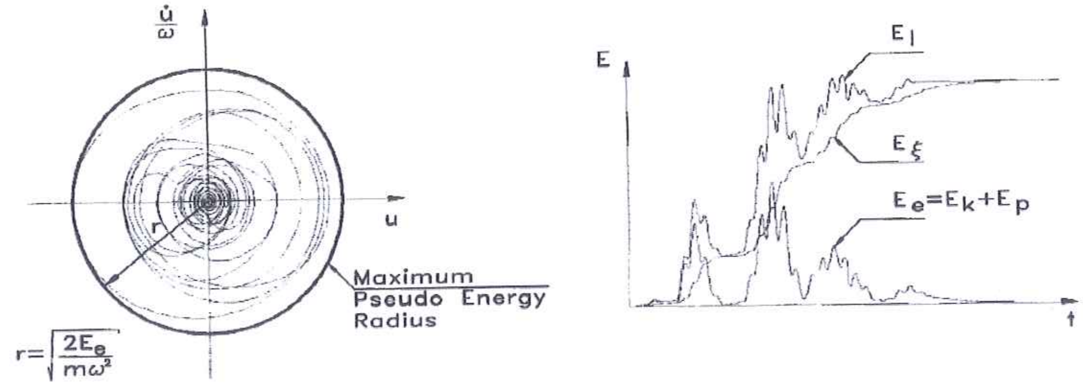
$$r_{PER} = \sqrt{\frac{2Ee_{\max}}{mw^2}} \qquad (2\text{-}11)$$

m كتلة المنشأ

ω تواتر الحركة الارضية

E_e الطاقة المرنة الاعظمية للمنشأ

r_{per} نصف قطر الطاقة الوهمية



الشكل 6-2: توزيع طاقة المنشأ حسب طريقة (PER) [18]

و يعبر عن نصف القطر بوحدة انتقال ليتم تحديد التباعد الاصغري الذي لا يحدث عنده الطرق حسب العلاقة

$$g_{cr} = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 \rho} \qquad (2\text{-}12)$$

3-2- الدراسات السابقة حول نماذج النوابض:

قام (Muthukumar and DesRoches 2004) [1] بإجراء مقارنات لتحديد مزايا كل نموذج من النماذج السابقة وقد اعتمدوا قيم صلابات لنماذج (Hertz) $K= 6324 - 25000\ t/m^{3/2}$ ولنماذج (Linear , Kelven) $K = 267000 - 892900\ t/m$ وذلك لبنائين ذي درجتي حرية بسلوك خطي فتبين أن النماذج التي لاتمثل ضياع الطاقة (Linear - Kelven) يوجد مبالغة فيها في تقييم الانتقالات والتسارعات بسبب الصدم - كما أن قوى الطرق في هذه النماذج هي أكبر من تلك المعتمدة على نابض خطي – والنموذج (Hertzdamp) يعطي أصغر قيمة لقوى الطرق كما يعطي أقل قيمة للزيادة بالتسارع مقارنة مع باقي النماذج .

اعتمد (Muthukumar) [4] قيمة لصلابة النابض $K = 446000\ t/m$ و ذلك عند اعداد بحثه حول تطوير نموذج (Hertz) الى نموذج (Hertzdamp)

اعتمد (Shakya - Wijeyewickrema – Ohmachi)[20] عند دراسة اثر تفاعل التربة مع المنشأ على ظاهرة الطرق قيمة لصلابة النابض $K = 935000\ t/m$

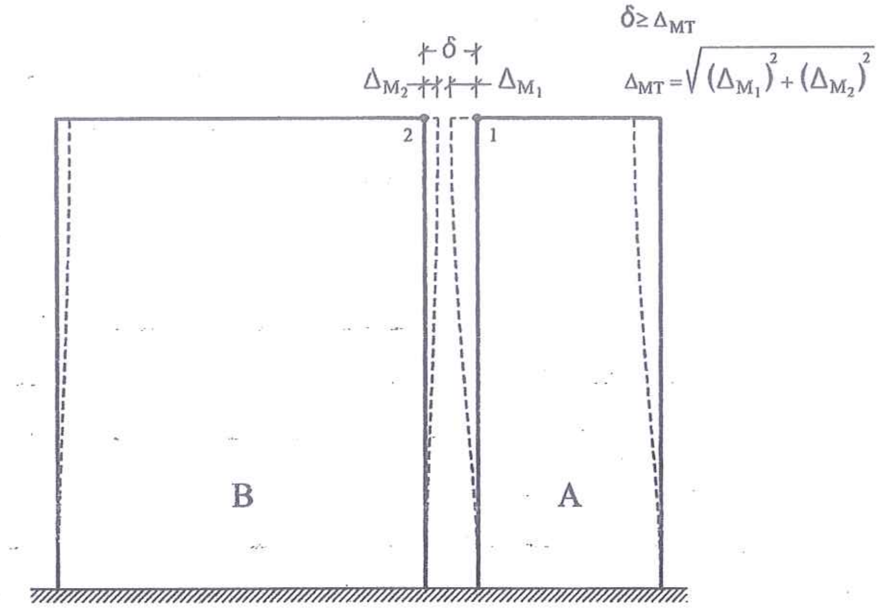
اعتمد (OHTA)[24] عند دراسة أثر الطرق على ثلاثة ابنية على صف واحد قيمة لصلابة النابض $K = 935000\ t/m$

اعتمد (Jankowski) [15] عند دراسة اثر الطرق من خلال تحليل جملة وحيدة درجة الحرية قيمة لصلابة النابض $K = 813500\ t/m^{3/2}$

اعتمد (Jeng , Tzeng)[16] عند دراسة خطورة الطرق على المباني في مدينة (Taipei) قيمة لصلابة النابض $K = 25000 - 100000 - 400000\ t/m$

حدد (Jankowski) [14] قيم لصلابات النابض $K = 790000 - 813000 - 1045000\ t/m$ من خلال اجراء عدة تجارب لطرق على كرات بيتونية

قام (Jankowski 2004) [29] بدراسة دقة النتائج لعدة نماذج لعنصر الوصل مقارنة مع نتائج التجارب وقد وجد أن أكثر النماذج دقة هو نموذج (Hertzdamp) حيث أنه لنموذج (Kelven) نشوء قوى سالبة عند الانفصال غير مبررة فيزيائيا ونموذج (Hertz) دون مخمد يعطي سلوك



الشكل 8-2: عرض الفاصل حسب الكود السوري

استثناء :

يمكن السماح بتباعدات أو رجوعات عن خط الملكية (أو بين أي كتلتين متجاورتين) أقل من المذكورة سابقاً ، إذا تم تبريرها باستعمال تحليل منطقي ومقبول يستند إلى حركة الأرض العظمى المتوقعة ، وكذلك في حالات تحقيق المنشآت القائمة لمقاومة الزلازل ، إذا كانت سقوفها بمناسيب واحدة ، وعلى أن تحقق الكتلة قيد الدراسة (أو كل من الكتلتين المتجاورتين) على قوة زلزالية مكبرة بمقدار لا يقل عن 10% (عشرة بالمائة) عن القوة الزلزالية التصميمية

معيار قبول الإزاحات الأفقية :

1- في حال عدم تحقيق عرض الفاصل للمتراجحة السابقة ، يجب حساب المبنى على ظاهرة الطرق ، وذلك بتعريض كتلتي المبنى لقوى أفقية ديناميكية نتيجة الصدم 1 و 2 قيمتها تكافئ الانتقال : $(\Delta_{MT} - \delta)/2$ ويمكن أن يستثنى من ذلك التحقق من المباني القائمة عندما تكون مناسيب طوابقها واحدة كما ورد في البند (7-11-10) وفي حال تصميمها لقوى زلزالية 1.1 من القيمة التصميمية .

2- في جميع الأحوال يجب تحقيق شرط الإزاحة الطابقية النسبية المذكورة في البند (4-11-2) .

2-4-2- الملحق الاول للكود العربي السوري :

بالنسبة لموضوع تباعد الكتل المتجاورة بالمبنى بالمسافة Δ_{MT} الوارد في الفقرة (7-11-10) من الملحق 2 ، فسيتم إعداد دراسة موسعة لهذا الموضوع للسماح باعتماد جزء من القيمة الأعظمية Δ_{MT} بشرط تكبير القوة الزلزالية المطبقة على المبنى بجزأيه بعامل ستحدد قيمته لاحقاً . إنما يمكن ، بشكل مؤقت ، تخفيض القيمة Δ_{MT} بشرط تحقيق ما يلي :

أ- أن تكون كتلتا المبنى ذات بلاطات عند المنسوب ذاته ، وإلا فلا يسمح بتخفيض عرض الفاصل .

ب- أن يثبت نيوبرين غير مسلح (مطاط غير مسلح) عند مناسيب الأسقف بعرض يساوي على الأقل أطوال أو عروض الأعمدة المتجاورة في الكتلتين .

ت- زيادة القوة الزلزالية بمقدار 10% على كل من كتلتي المبنى بجوار الفاصل إذا جرى اعتماد عرض للفاصل الزلزالي δ يحقق المتراجحة :

$$\Delta_{MT} > \delta \geq 0.75\Delta_{MT} \qquad (2\text{-}16)$$

وتزاد القوة الزلزالية بمقدار 15% على كل من كتلتي المبنى بجوار الفاصل إذا جرى اعتماد عرض للفاصل الزلزالي $\delta`$ يحقق المتراجحة :

$$0.75\Delta_{MT} > \delta \geq 0.5\Delta_{MT} \qquad (2\text{-}17)$$

ولكلتا الحالتين لا يعاد حساب Δ_{MT} بعد زيادة القوة الزلزالية .

2-5- عرض الفاصل حسب الكود (UBC 97) :

كافة المباني المتجاورة يجب أن يترك بينها فاصل Δ بحيث يسمح للمنشأ بانتقال لدن يساوي Δ_m فالأبنية المتجاورة والواقعة ضمن ملكية واحدة يجب أن يكون التباعد فيما بينها لايقل عن القيمة المحسوبة بالعلاقة :

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{m1}^2 + \Delta_{m2}^2} \qquad (2\text{-}18)$$

وعندما تكون المنشأة محاذية لخط ملكية غير مشترك مع الطريق العام ، يجب أن يتم تنفيذ المنشأ على بعد عن خط الملكية لا يقل عن Δ_m

يعطى Δ_m بالعلاقة :

$$\Delta_m = 0.7*R*\Delta_S \qquad (2\text{-}19)$$

Δ_mالانتقال اللدن للمنشأ

Δ_Sالانتقال المرن للمنشأ

R معامل زيادة القوة يتراوح بين (3.5 – 8.5)

2-6- عرض الفاصل حسب الكود الأوروبي (EC8) [23]:

الأبنية يجب أن تحمى من الزلازل المسببة للتحطم في الأبنية المجاورة أو الأبنية ذات الوحدات المنفصلة لنفس البناء .

ونميز بين :

2-6-1- الأبنية والمنشآت ذات الوحدات المستقلة والتي لاتعود لنفس الملكية .

المسافة بين خط الملكية ونقاط الاصطدام ليس أقل من الانتقال الأعظمي للبناء في المستوى المعتبر التي تحسب وفقاً للعلاقة :

$$d_s = q_d * d_e \qquad (2\text{-}20)$$

d_s انتقال أعلى نقطة من المنشأ نتيجة الفعل الزلزالي .

q_d معامل سلوك الانتقال وتتراوح قيمته بين (1.5 - 4)

d_e انتقال نفس النقطة من المنشأ نتيجة تحليل خطي نتيجة طيف استجابة المعتبر.

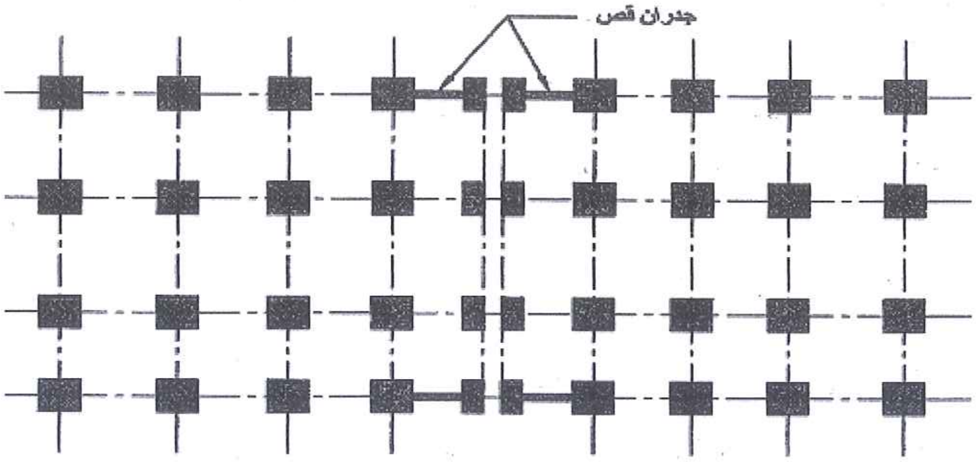
2-6-2- الأبنية أو المنشآت ذات الوحدات المستقلة والتي تعود لنفس الملكية يجب أن تكون المسافة بينهم ليست أقل من الجذر ألتربيعي لمجموع المربعات (SRSS) للانتقالات الأعظمية للبنائين أو الوحدتين في المستوى المعتبر والتي تحسب وفقاً للعلاقة السابقة.

ملاحظة :

الأبنية أو الوحدات المستقلة قيد التصميم والتي له مناسيب بلاطات نفسه ، ممكن تخفيض مسافة الفاصل بالعامل 0,7

2-7- عرض الفاصل حسب الكود اليوناني (Greek Code) :

يعتمد نفس القيم المذكورة في الكود الأوروبي ولكن هناك سماحية أكبر ففي حال كان لدينا مبنيين متجاورين كما في الشكل (8-2) وفي كل منهما جداري قص عند النهايتين متعامدين مع خط الملكية والجدارين مستمرين على كامل الارتفاع يمكن تخفيض عرض الفاصل إلى 4cm وذلك حسب [9]



الشكل 8-2: عرض الفاصل حسب الكود اليوناني

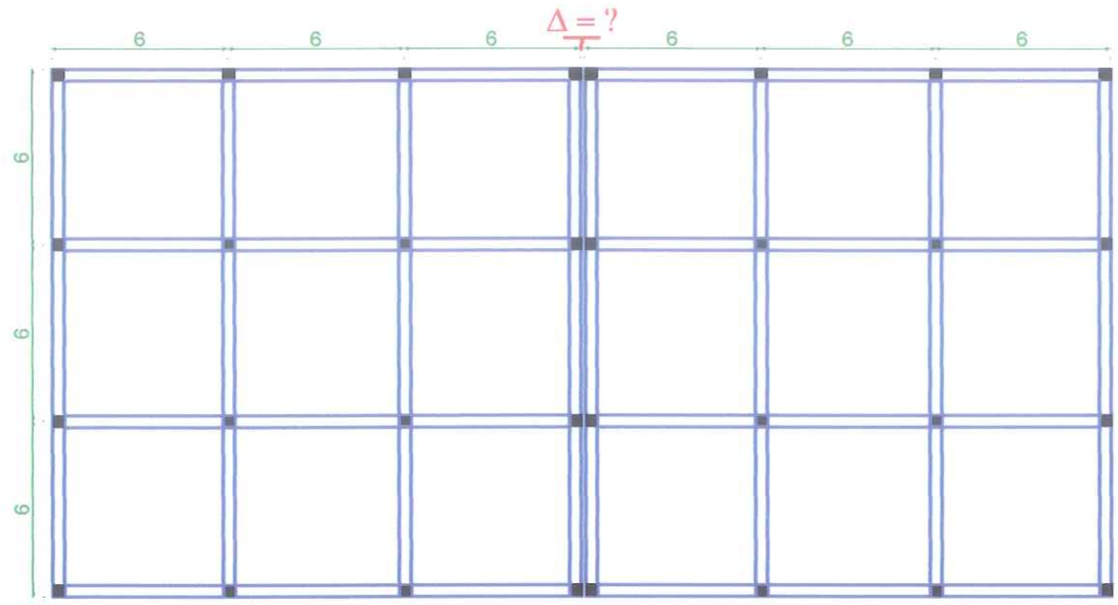
2-8- مثال عددي يوضح الفرق بين الكودات في حساب قيمة عرض الفاصل :

نستعرض فيمايلي مثال يبين قيمة عرض الفاصل بالكود الاوروبي و الامريكي و السوري وذلك لمبنى يقع في مدينة دمشق مؤلف من كتلتين بثمانية طوابق الشكل (2-9) يوضح الجدول التالي خصائص أحد الكتلتين

الوزن	2368 ton
التصنيف الزلزالي للتربة	SB
التسارع الزلزالي	2.5 m/sec^2
جملة مقاومة القوى الأفقية	إطارات بيتونية متوسطة مقاومة للعزوم
الدور التحليلي للمنشأ	1.03 Sec
معامل المرونة	2531050 t/m^2
معامل الأهمية	1
عدد الطوابق	8 Story

أحسب عرض الفاصل بين الكتلتين حسب :

1- الكود العربي السوري
2- الكود الامريكي (UBC 97)
3- الكود الاوروبي (EC8)



الشكل 9–2: مبنى مؤلف من 8 طوابق

1- حساب عرض الفاصل حسب الكود العربي السوري :

إيجاد قوى القص القاعدي وفق الكود السوري :

الجدول (3-9)	$C_a = 0.25$	المعامل C_a
الجدول (3-10)	$C_v = 0.25$	المعامل C_v
الجدول (3-6)	$R = 5.5$	عامل المطاوعة R
العلاقة (4-8)	$C_t = 0.03$	المعامل C_t

الملحق الثاني الكود السوري (4-4) $V = (Cv*I/R*T)*W$

$V = (0.25*1/5.5*1.03)*W = 0.044*W$

الملحق الثاني الكود السوري (4-5) $V_{max} = (2.5* Ca*I/R)*W$

$V = (2.5*0.25*1/5.5)*W = 0.044*W$

$V_{min} = (0.11*Ca*I)*W$ الملحق الثاني الكود السوري (6-4)

$V = (0.11*0.25*1)*W = 0.044*W$

$V = 0.044*W$ $V = 0.044*2368 = 104$ ton

الانتقال المرن في أعلى الكتلة $\Delta s = 0.022$ m

$\Delta_m = 0.7*R*\Delta s$ $\Delta_m = 0.7*5.5*0.022 = 0.085$ m الكود السوري (56-3)

عرض الفاصل Δ :

$\Delta = (\Delta_{m1}^2 + \Delta_{m2}^2)^{0.5}$ $\Delta = (0.085^2 + 0.085^2)^{0.5} = 0.12$ m الكود السوري (56-3)

يمكن تخفيض القيمة السابقة إلى 50% مع زيادة القوة الزلزالية 15% حسب البند 2-6-9 من الملحق الأول للكود السوري

<u>**$\Delta = 0.5*0.12 = 0.06$ m**</u>

2- حساب عرض الفاصل حسب الكود الامريكي UBC 97 :

إيجاد قوى القص القاعدي وفق **UBC 97**:

Table 16-Q	$C_a = 0.25$	المعامل C_a
Table 16-R	$C_v = 0.25$	المعامل C_v
Table 16-N	$R = 5.5$	عامل المطاوعة R
1630.2.2	$C_t = 0.03$	المعامل C_t

$V = (Cv*I/R*T)*W$ UBC97 – 1630.2.1(30-4)

$V = (0.25*1/5.5*1.03)*W = 0.044*W$

V_{max}=(2.5* Ca*I/R)*W UBC97 – 1630.2.1(30-5)

V= (2.5*0.25*1/5.5)*W = 0.044*W

V_{min}= (0.11* Ca*I)*W UBC97 – 1630.2.1(30-5)

V= (0.11*0.25*1)*W = 0.044*W

V= 0.044*W V = 0.044*2368 = 104 ton

الانتقال المرن في أعلى الكتلة بتطبيق قوة القص $\Delta s = 0.022$ m

$\Delta_m = 0.7*R*\Delta s$ UBC97 – 1630.2.1(30-5)

$\Delta_m = 0.7*5.5*0.022 = 0.085$ m

عرض الفاصل Δ :

$\Delta = (\Delta_{m1}^2 + \Delta_{m2}^2)^{0.5}$ UBC97 – 1630.2.1(30-5)

$\Delta = (0.085^2 + 0.085^2)^{0.5} = 0.12$ m

3- حساب عرض الفاصل حسب الكود الأوروبي EC8 :

إيجاد قوى القص القاعدي وفق **EC8** :

Design ground acceleration	a_g= 1*2.5 = 2.5 m/sec^2	التسارع التصميمي
3.2.2.2(3)-Damping correction factor	η= (10/(5+5))^$^{0.5}$=1	معامل التخامد
5.2.2.2(5) - a	a_u/a_1=1.3	النسبة a_u/a_1
Table 5.1 Behaviour factor	q=1.3* a_u/a_1 = 1.3*3 = 3.9	عامل سلوك المنشأ

عوامل طيف الاستجابة المرن :

EC8-Table3.2 – Horizontal elastic response spectrum

Type 1	S	T_B	T_C	T_D
B	1.2	0.5	0.5	2

EC8-3.2.2.2 – Horizontal elastic response spectrum

$0 <= T <= T_B$	Se(T) =	34.2	
$T_B <= T <= T_C$	Se(T) =	7.5	
$T_C <= T <= T_D$	Se(T) =	3.6	OK
$T_C <= T <= 4$	Se(T) =	6.94	

عوامل طيف الاستجابة التصميمي :

EC8-Table3.2 – Horizontal design response spectrum

$0 <= T <= T_B$	$S_d(T) =$	1.47	
$T_B <= T <= T_C$	$S_d(T) =$	1.93	
$T_C <= T <= T_D$	$S_d(T) =$	0.93	OK
$T_C <= T <= 4$	$S_d(T) =$	1.78	

$F_b = S_d(T)*m*\lambda$ EC8 – 4.3.3.2.2(1) (4.5)

T=1.03 <= 2*Tc = 1 ok λ=0.8

F_b= 0.93*m*0.8 = 0.74*m = 0.74*2368/9.81 = 178 ton

الانتقال المرن في أعلى الكتلة بتطبيق قوة القص $d_s = 0.034$ m

$ds = q_d * d_e = 3.9*0.034 = 0.13$ m EC8 – 4.3.4 (4-23)

$\Delta = (\Delta_{m1}^2 + \Delta_{m2}^2)^{0.5}$ EC8 – 4.4.2.7 (2-b)

$\Delta = (0.13^2 + 0.13^2)^{0.5} = 0.184$ m

يمكن تخفيض القيمة السابقة إلى 0.7 دون زيادة القوة الزلزالية :

$\Delta = 0.7*0.184 = 0.13$ m EC8 – 4.4.2.7 (3)

قيمة عرض الفاصل للمثال السابق حسب الكودات المذكورة

الكود	قيمة عرض الفاصل
الكود العربي السوري	0.06 m
الكود الأمريكي UBC97	0.12 m
الكود الأوروبي EC8	0.13 m

نلاحظ من المثال السابق على الرغم من اختلاف قوى القص المطبقة والتي تاخذ القيمة 178طن بالكود الاوروبي و القيمة 110طن بالكود الامريكي الا انه يوجد تقارب بين قيم عرض الفاصل في الكودين الامريكي و الاوروبي وذلك لان الانتقال اللدن المستخدم بحساب عرض الفاصل يتعلق بعامل المطاوعة الذي يأخذ القيمة R=5.5 بالكود الامريكي و القيمة q=3.9 في الكود الاوروبي أما بالنسبة للتخفيض بالقيمة 0.7 بالكود الاوروبي يطبق فقط لحالات طرق بمناسيب متساوية أما بالكود الامريكي فهو لكافة الحالات

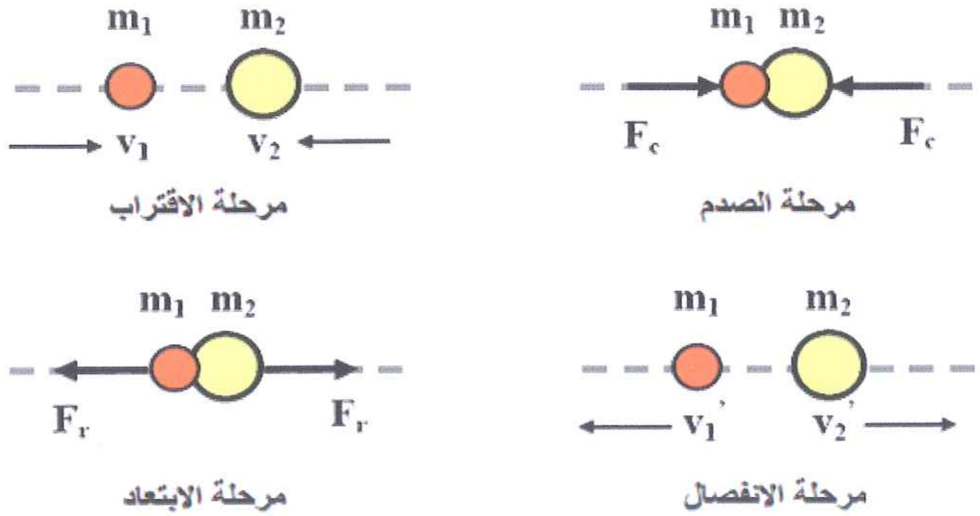
قيمة عرض الفاصل بالكود السوري مطابقة تماما للقيمة في الكود الامريكي الا ان السماحية بتخفيض القيمة ب50% موجودة فقط بالكود السوري .

الفصل الثالث

ألية ظاهرة نمذجة الطرق

3-1- مقدمة:

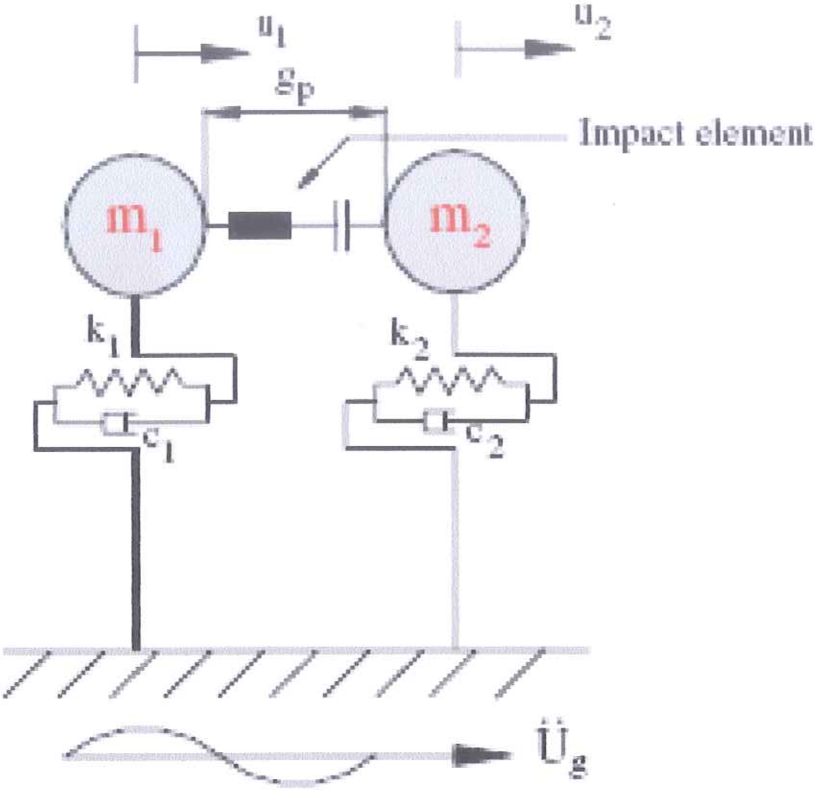
تعد ظاهرة الطرق بين المباني المتجاورة ظاهرة معقدة جدا فمنطقة الطرق سيحدث فيها تشوهات لدنة وقد يحدث أيضا تهشم في منطقة الصدم مما يؤدي لصعوبة نمذجة هذه الظاهرة و يوضح الشكل(3-1) مراحل ظاهرة الطرق حيث يبدأ باقتراب الجسمين و لكل منهما سرعة معينة و هي مرحلة الاقتراب الشكل (3-1-a) ثم يتداخل الجسمين وهي مرحلة الصدم الشكل (3-1-b) ثم يبدا الجسمين بالتباعد وهي مرحلة الابتعاد(3-1-c) ثم ينفصلان تماما وهي مرحلة الانفصال (3-1-d)



الشكل 3-1: مراحل الطرق [3]

أكثر الطرق الشائعة لنمذجة الطرق والمستخدمة بشكل أساسي بالأبحاث السابقة هي استخدام نابض له قساوة معينة ومخمد ليأخذ الضياع بالطاقة عند الصدم بعين الاعتبار الشكل(3-2).وتعد هذه الطريقة من أسهل الطرق والأكثر منطقية لنمذجة الطرق حيث تمثل قساوة النابض القساوة المحورية

للبلاطات عند الصدم وتنشأ القوة في النابض عندما يصبح التباعد بين المبنيين أقل من قيمة معينة هي قيمة عرض الفاصل بين البنائين .

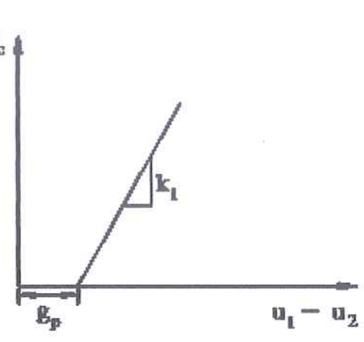


الشكل 2-3: نمذجة الطرق بواسطة نابض [1]

3-2- نماذج النوابض لتمثيل الطرق [4-1-12] :

3-2-1- نموذج الرابط الخطي (Linear spring model) :

أبسط عناصر الوصل يتألف من نابض خطي السلوك الشكل (3-3) تنشأ القوة بالنابض عندما تصبح المسافة النسبية بين طرفيه أقل من قيمة الفاصل. وهذا النموذج متوافق بشكل كبير مع البرامج التجارية المتوفرة ولكن السلبية بهذا النموذج أنه لايمكن نمذجة ضياع الطاقة فيه .



الشكل 3-3: نموذج الرابط الحطي [1]

القوى في عنصر الربط تعطى بالعلاقة :

$$F_c = k_1(u_1 - u_2 - g_p) \qquad ;u_1 - u_2 - g_p > 0$$
$$F_c = 0 \qquad ;u_1 - u_2 - g_p \le 0 \qquad (3\text{-}1)$$

K_1 صلابة النابض

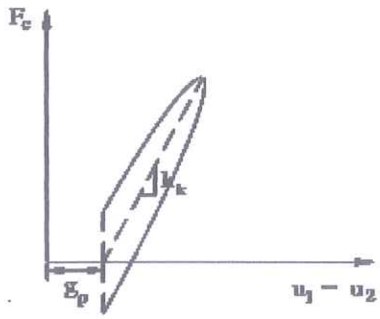
F_c قوة الطرق المتشكلة بالنابض

u_1, u_2 الانتقاليين للمنشأين المعرضين للطرق

g_p الفاصل بين البنائين

3-2-2- نموذج كلفن (Kelvin model) :

يمثل هذا النموذج بواسطة نابض ذي سلوك خطي موصول على التوازي مع مخمد الشكل(3-4) تم استخدام هذا النموذج بشكل واسع في الأبحاث السابقة [12-17- 20-3] حيث تكون صلابة النابض كبيرة لتمثل الصلابة المحورية للبلاطات عند نقطة الطرق كما يمثل ثابت المخمد مقدار لطاقة الضائعة أثناء الطرق .



الشكل 4-3: سلوك عنصر الوصل حسب نموذج كلفن (Kelven) [1]

القوى في عنصر الوصل تعطى بالعلاقة :

$$F_c = k_k(u_1 - u_2 - g_p) + c_k(u_1 - u_2) \qquad ; u_1 - u_2 - g_p \geq 0$$
$$F_c = 0 \qquad ; u_1 - u_2 - g_p < 0 \qquad (3\text{-}2)$$

$$c_k = 2\xi\sqrt{Kk\left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}\right)}; \xi = -\frac{1ne}{\sqrt{\pi^2 + (1ne)^2}} \qquad (3\text{-}3)$$

F_c قوة الطرق المتشكلة بالنابض

K_k صلابة النابض

u_1, u_2 الانتقاليين للمنشأين المعرضين لصدم

g_p الفاصل بين البنائين

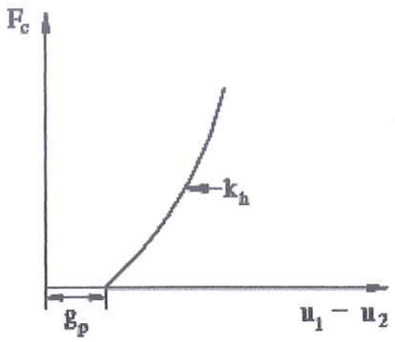
m_1,m_2 كتلة المنشأين التصادمين

c_k ثابت المخمد

e عامل تبدبد الطاقة

3-2-3- نموذج هرتز(Hertz model) :

يفرض قساوة لاخطية لعنصر الوصل الشكل (3-5) حيث أنه بشكل منطقي أن التهشم بمنطقة الصدم الأبنية المتجاورة يزداد بزيادة فترة الالتصاق وبزيادة قوى الصدم . تم استخدام هذا النموذج بشكل أساسي في الأبحاث لنموذج وحيد درجة الحرية [21-19-1] تعتمد صلابة النابض على الأبعاد الهندسية وخصائص المواد للكتل المتصادمة .



الشكل 5-3: سلوك عنصر الوصل حسب نموذج هرتز (Hertz) [1]

القوى في عنصر الوصل تعطى بالعلاقة :

$$F_c = k_h(u_1 - u_2 - g_p)^n \qquad ;u_1 - u_2 - g_p > 0$$
$$F_c = 0; u_1 - u_2 - g_p \leq 0 \qquad (3\text{-}4)$$

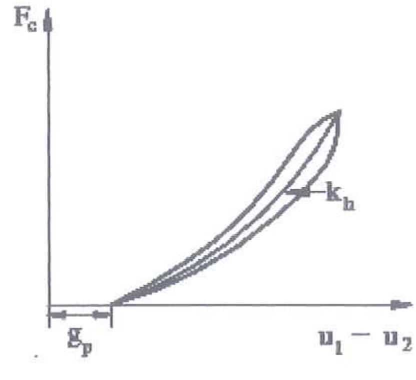
F_c قوة الطرق المتشكلة بالنابض

K_h صلابة النابض

u_1,u_2 الانتقالين للمنشأين المعرضين لصدم

g_p الفاصل بين البنائين

تم تطوير هذا النموذج من قبل (Muthukumar) [4] ليأخذ بعين الاعتبار ضياع الطاقة أثناء الصدم و قدم نموذج هرتز المعدل كما هو موضح بالشكل (3-6)



الشكل 6-3: سلوك عنصر الوصل حسب نموذج هرتز المعدل (Hertzdamp) [4]

و القوى في عنصر الوصل عندها تعطى بالعلاقة :

$$F_c = k_h\left(u_1 - u_2 - g_p\right)^n + c_h\left(u_1 - u_2\right) \qquad ;u_1 - u_2 - g_p > 0$$
$$F_c = 0 \qquad ;u_1 - u_2 - g_p \leq 0 \qquad (3\text{-}5)$$

$$c_h = \xi\delta^n$$
$$\xi = \frac{3k_h(1-e^2)}{4(v_1 - v_2)} \qquad (3\text{-}6)$$

F_c قوة الطرق المتشكلة بالنابض

K_h صلابة النابض

u_1,u_2 الانتقالين للمنشأين المعرضين لصدم

v_1,v_2 سرعتي المنشأين المعرضين لصدم

m_1,m_2 كتلة المنشأين التصادمين

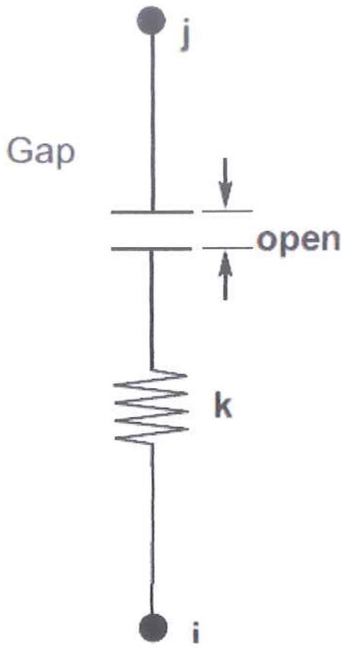
c_k ثابت المخمد

e عامل تبديد الطاقة

g_p الفاصل بين البنائين

3-2-4- النموذج المستخدم بالدراسة :

تمت النمذجة باستخدام برنامج Sap 2000 و تم استخدام عنصر Gap Eelement لنمذجة الطرق الشكل (3-7) و هو يسلك سلوك نموذج النابض الخطي المذكور بالبند 3-2-1 إن هذا النموذج لا يأخذ الضياع بالطاقة بعين الاعتبار وهو يؤمن نقل قوى الطرق بين البنائين حيث تنشأ فيه قوى ضغط فقط و ذلك عندما يكون الفرق انتقالي البنائين أقل من عرض الفاصل بينهما



$$f = \begin{cases} \mathbf{k}\,(d + \mathbf{open}) & \text{if } d + \mathbf{open} < 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

الشكل 7-3: العنصر (Gap Element) [25]

تم اختيار قيمة صلابة النابض **K = 813500 t/m** وهذه القيمة استخدمها [15] وهي قريبة من القيم التي استخدمها [20,24,14]

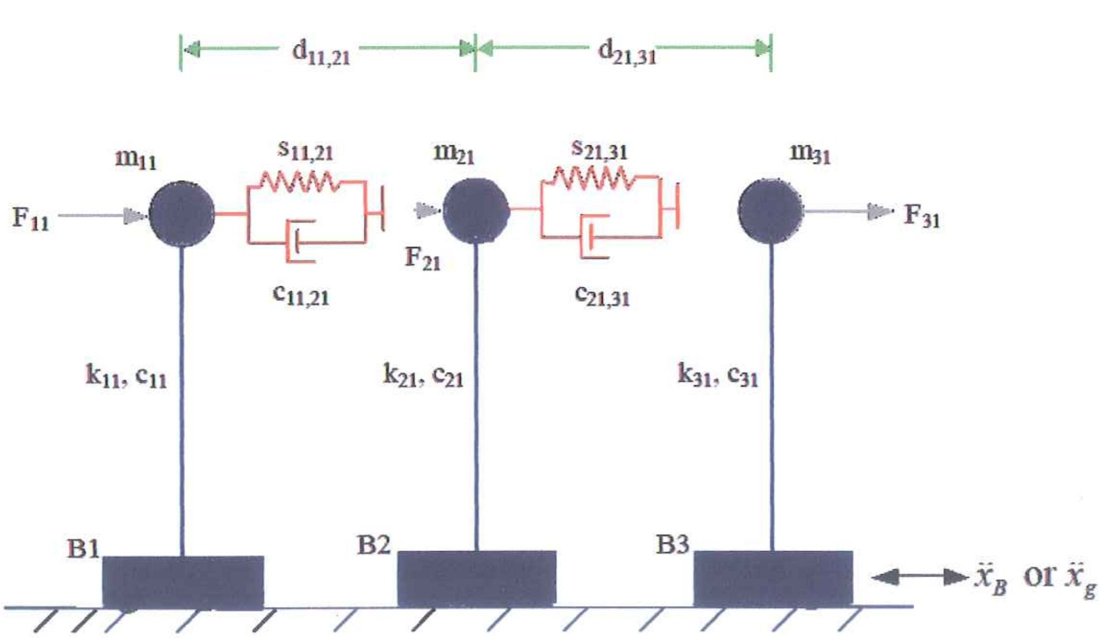
3-5 معادلات الحركة مع إدخال اثر الطرق [3]:

في هذه الفقرة نستعرض شكل معادلات الحركة لجملة وحيدة وثنائية درجة الحرية في حال حدوث الطرق وذلك لتوضيح تغير شكل المعادلات نتيجة وجود قوة نبضية خلال السجل الزمني للحركة . حيث تأخذ معادلة الحركة في حال عدم حدوث طرق شكل معادلة الحركة لجملة وحيدة درجة الحرية معرضة لحمل ديناميكي يتبع للزمن P(t) و عند حدوث الطرق يضاف للحمل الديناميكي الخارجي

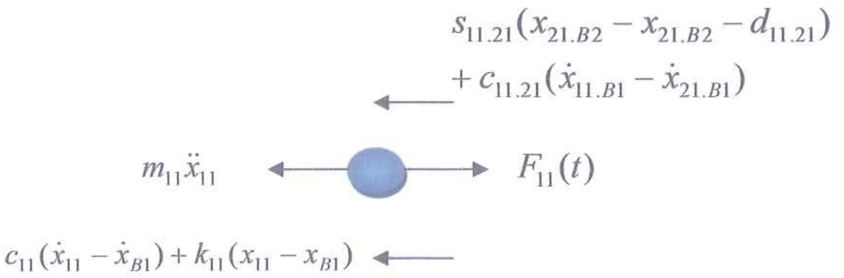
المطبق حمل إضافي قيمته $F_c = k_k(u_1 - u_2 - g_p) + c_k(u_1 - u_2)$ وهي القوة المتشكلة بالنابض وذلك عند لحظة الطرق و فيما يلي شرح لمعادلات الحركة بشئ من التفصيل :

1-5-3- معادلات الحركة لجملة وحيدة درجة الحرية:

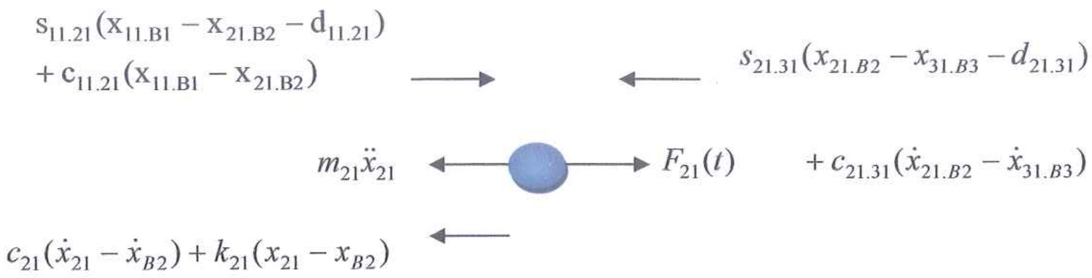
الشكل(3-8) يوضح النمذجة لثلاثة مباني متجاورة ممثلة كنموذج درجة حرية وحيدة بكتل مجمعة m_{11}, m_{21}, m_{31} على التوالي و معرضة لسجل زلزالي المسافة بين البنائين الاول والثاني $d_{11.21}$ والمسافة بين البنائين الثاني والثالث $d_{12.23}$ وتكون قساوة االنماذج هي k_{11},k_{21},k_{31} على التوالي و ثابت التخمد لنماذج هي c_{11},c_{21},c_{31} الطرق بين النماذج تمت محاكاته باستخدام نابض ومخمد (نموذج كلفن) حيث صلابة النابض بين النموذجين الاول والثاني هي $s_{11.21}$ و ثابت المخمد $c_{11.21}$ بينما صلابة النابض بين النموذجين الثاني و الثالث هي $s_{21.23}$ و ثابت المخمد $c_{21.23}$ تنشأ القوى بالنوابض فقط في حال كان التباعد بين البنائين اقل من المسافة d



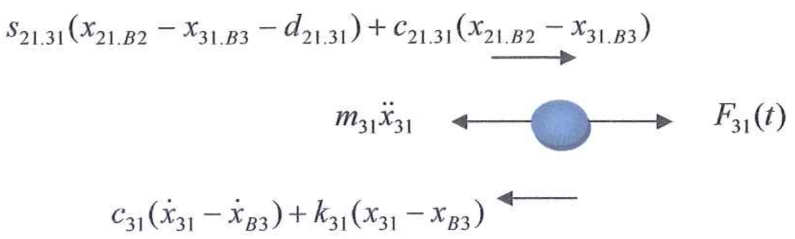
الشكل 8-3: نمذجة ثلاثة منشآت معرضة لطرق كنموذج وحيد درجة الحرية



الشكل 9–3: مخطط الجسم الطليق للكتلة رقم 1



الشكل 10–3: مخطط الجسم الطليق للكتلة رقم 2



الشكل 11–3: مخطط الجسم الطليق للكتلة رقم 3

في المعادلات السابقة تعبر الدالات x_{11}, x_{21}, x_{31} عن الانتقال الكلي للكتل المجمعة للأبنية الثلاثة على التوالي حيث يعبر الرقم الاول لدالة عن رقم البناء والرقم الثاني عن رقم الطابق وتعبر الدالات $x_{11,B1}$, $x_{21,B2}$, $x_{31,B3}$ عن انتقال الكتل بالنسبة للقاعدة على التوالي وتعبر الدالات $\ddot{x}_{B1}, \ddot{x}_{B2}, \ddot{x}_{B3}$ عن التسارع الكلي للقاعدة أو التسارع الارضي للأبنية الثلاثة على التوالي و هذه التسارعات تم فرضها متساوية حيث لم يؤخذ بعين الاعتبار الاختلاف المكاني للأبنية الثلاثة عند حساب التسارعات

تكتب معادلات التوازن للمبنى رقم 1 و المعرض لطرق من قبل المبنى 2 كما يلي :

$$m_{11}\ddot{x}+c_{11}(\dot{x}_{11}-\dot{x}_{B1})+k_{11}(x_{11}-x_{B1})+s_{11.21}(x_{11.B1}-x_{21.B2}-d_{11.21})$$
$$+c_{11.21}(\dot{x}_{11.B1}-\dot{x}_{21.B2})=F_{11}(t) \qquad (3\text{-}7)$$

و بفرض :

$$\text{التسارع الكلي} = \ddot{x}_{11}=\ddot{x}_{11.B1}+\ddot{x}_{B1}$$

$$\text{السرعة بالنسبة للقاعدة} = \dot{x}_{11}-\dot{x}_{B1}=\dot{x}_{11.B1}$$

$$\text{الانتقال بالنسبة للقاعدة} = x_{11}-x_{B1}=x_{11.B1}$$

تصبح معادلة الحركة :

$$m_{11}\ddot{x}_{11.B1}+c_{11}\dot{x}_{11.B1}+k_{11}x_{11.B1}+s_{11.21}(x_{11.B1}-x_{21.B2}-d_{11.21})$$
$$+c_{11.21}(\dot{x}_{11.B1}-\dot{x}_{21.B2})=F_{11}(t)-m_{11}\ddot{x}_{B1} \qquad (3\text{-}8)$$

و بشكل مشابه تكون معادلة الحركة للمبنى رقم 2

$$m_{21}\ddot{x}_{21.B1}+c_{21}\dot{x}_{21.B2}+k_{21}x_{21.B}$$
$$-s_{11.21}(x_{11.B1}-x_{21.B2}-d_{11.21})-c_{11.21}(\dot{x}_{11.B1}-\dot{x}_{21.B2})$$
$$+s_{21.31}(x_{21.B2}-x_{31.B3}-d_{21.31})+c_{21.31}(\dot{x}_{21.B2}-\dot{x}_{31.B3})$$

$$=F_{21}(t)-m_{21}\ddot{x}_{B2} \qquad (3\text{-}9)$$

وبتعويض التسارع الكلي والانتقال و السرعة النسبيين نجد :

$$m_{31}\ddot{x}_{31.B3}+c_{31}\dot{x}_{31.B3}+k_{31}x_{31.B3}$$
$$-s_{21.31}(x_{21.B2}-x_{31.B3}-d_{21.31})-c_{21.31}(\dot{x}_{21.B2}-\dot{x}_{31.B3})$$

$$=F_{31}(t)-m_{31}\ddot{x}_{B3} \qquad (3\text{-}10)$$

و بعد الإصلاح و الاختصار تؤول المصفوفة إلى الشكل :

$$\begin{bmatrix} m_{11} & 0 & 0 \\ 0 & m_{21} & 0 \\ 0 & 0 & m_{31} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_{11.B1} \\ \ddot{x}_{21.B2} \\ \ddot{x}_{31.B3} \end{bmatrix} +$$

$$\left(\begin{bmatrix} c_{11} & 0 & 0 \\ 0 & c_{21} & 0 \\ 0 & 0 & c_{31} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11.21} & -c_{11.21} & 0 \\ -c_{11.21} & c_{21}+c_{21.31} & -c_{21.31} \\ 0 & -c_{21.31} & c_{21.31} \end{bmatrix} \right)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_{11.B1} \\ \dot{x}_{21.B2} \\ \dot{x}_{31.B3} \end{bmatrix} + \left(\begin{bmatrix} k_{11} & 0 & 0 \\ 0 & k_{21} & 0 \\ 0 & 0 & k_{31} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} s_{11.21} & -s_{11.21} & 0 \\ -s_{11.21} & s_{21}+s_{21.31} & -s_{21.31} \\ 0 & -s_{21.31} & s_{21.31} \end{bmatrix} \right)$$

$$\begin{bmatrix} x_{11.B1} \\ x_{21.B2} \\ x_{31.B3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -s_{11.21}d_{11.21} \\ s_{11.21}d_{11.21} - s_{21.31}d_{21.31} \\ s_{21.31}d_{21.31} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{11}(t) \\ F_{21}(t) \\ F_{31}(t) \end{bmatrix}$$

$$-\begin{bmatrix} m_{11} & 0 & 0 \\ 0 & m_{21} & 0 \\ 0 & 0 & m_{31} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_{B1} \\ \ddot{x}_{B2} \\ \ddot{x}_{B3} \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}12)$$

في بداية الحركة عند عدم وجود صدم تكون قيم ثوابت النابض و المخمد مساوية لصفر كمايلي :

$$x_{11.B1} - x_{21.B2} - d_{11.21} \le 0 \Rightarrow s_{11.21}, c_{11.21} = 0 \qquad (3\text{-}13)$$

$$x_{21.B2} - x_{31.B3} - d_{21.31} \le 0 \Rightarrow s_{21.31}, c_{21.31} = 0 \qquad (3\text{-}14)$$

يحدث الصدم بين المبنيين عند تحقق المتراجحة :

$$x_{11.B1} - x_{21.B2} - d_{11.21} \ge 0 \qquad (3\text{-}15)$$

$$x_{11.B1} - x_{21.B2} - d_{11.21} \ge 0 \qquad (3\text{-}16)$$

و تكون قوة الطرق بين المبنيين 1 – 2 :

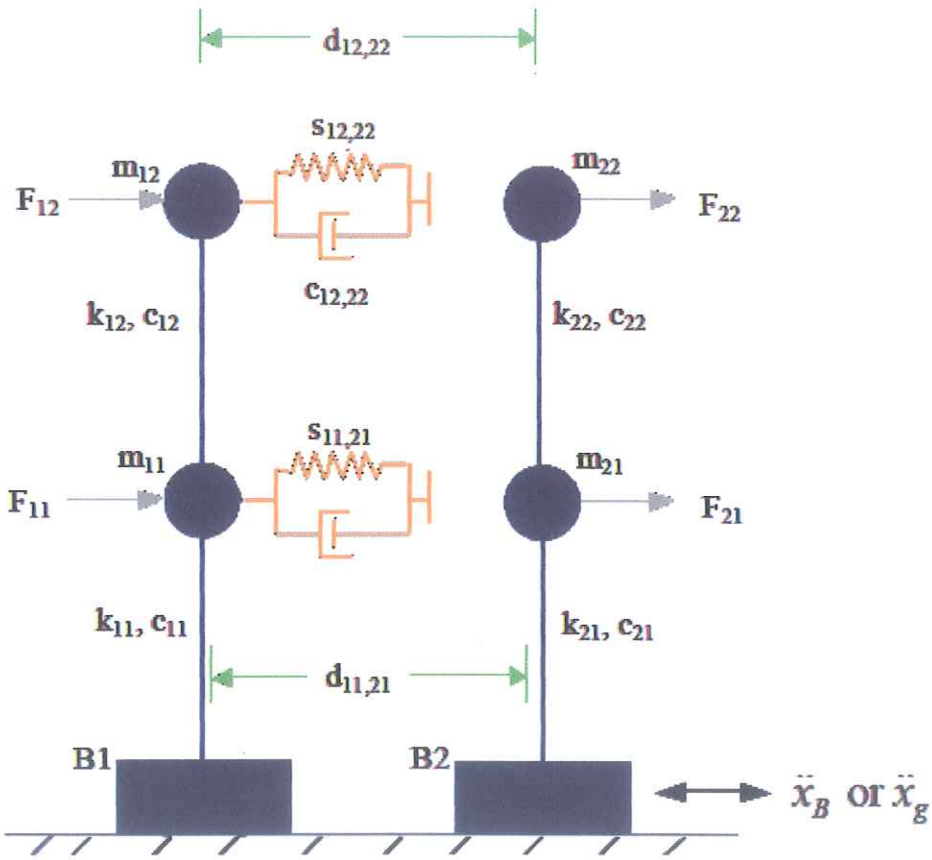
$$s_{11.21}(x_{11.B1} - x_{21.B2} - d_{11.21}) + c_{11.21}(\dot{x}_{11.B1} - \dot{x}_{21.B2}) \qquad (3\text{-}17)$$

و بين المبنيين 2 – 3 :

$$s_{21.31}(x_{21.B2} - x_{31.B3} - d_{21.31}) + c_{21.31}(\dot{x}_{21.B2} - \dot{x}_{31.B3}) \qquad (3\text{-}18)$$

2-5-3- معادلات الحركة لجملة ثنائية درجة الحرية :

يوضح الشكل (3-12) نموذج ثنائي درجة الحرية وتكتب المعادلات بنفس الفرضيات السابقة و لكن هنا يكون احتمال الطرق بمنسوبين



الشكل 3-12: نمذجة منشأين معرضين لطرق كنموذج ثنائي درجة الحرية

تكون معادلات الحركة للمبنى رقم 1 :

$$\begin{bmatrix} m_{11} & 0 \\ 0 & m_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_{11.B1} \\ \ddot{x}_{12.B1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11}+c_{12} & -c_{12} \\ -c_{12} & c_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{x}_{11.B1} \\ \dot{x}_{12.B1} \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} k_{11}+k_{12} & -k_{12} \\ -k_{12} & k_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{11.B1} \\ x_{12.B1} \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} s_{11.21}(x_{11.B1}-x_{21.B2}-d_{11.21})+c_{11.21}(\dot{x}_{11.B1}-\dot{x}_{21.B2})| \\ s_{12.22}(x_{12.B1}-x_{22.B2}-d_{12.22})+c_{12.21}(\dot{x}_{12.B1}-\dot{x}_{22.B2})| \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} F_{11}(t) \\ F_{12}(t) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} m_{11} & 0 \\ 0 & m_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{B1} \\ x_{B1} \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}19)$$

و تكون معادلات الحركة للمبنى رقم 2 :

$$\begin{bmatrix} m_{21} & 0 \\ 0 & m_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_{21.B2} \\ \ddot{x}_{22.B2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{21}+c_{22} & -c_{22} \\ -c_{22} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{x}_{21.B1} \\ \dot{x}_{22.B1} \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} k_{21}+k_{22} & -k_{22} \\ -k_{22} & k_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{21.B1} \\ x_{22.B1} \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} s_{11.21}(x_{11.B1}-x_{21.B2}-d_{11.21})+c_{11.21}(\dot{x}_{11.B1}-\dot{x}_{21.B2})| \\ s_{12.22}(x_{12.B1}-x_{22.B2}-d_{12.22})+c_{12.21}(\dot{x}_{12.B1}-\dot{x}_{22.B2})| \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} F_{21}(t) \\ F_{22}(t) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} m_{21} & 0 \\ 0 & m_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_{B1} \\ \ddot{x}_{B1} \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}20)$$

و يمكن جمع المعادلات بالشكل المصفوفي :

$$\begin{bmatrix} m_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_{21} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_{11.B1} \\ \ddot{x}_{12.B1} \\ \ddot{x}_{21.B2} \\ \ddot{x}_{22.B2} \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} c_{11}+c_{12} & -c_{12} & 0 & 0 \\ -c_{12} & c_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c_{21}+c_{22} & -c_{22} \\ 0 & 0 & c_{22} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{x}_{11.B1} \\ \dot{x}_{12.B1} \\ \dot{x}_{21.B2} \\ \dot{x}_{22.B2} \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} k_{11}+k_{12} & -k_{12} & 0 & 0 \\ -k_{12} & k_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{21}+k_{22} & -k_{22} \\ 0 & 0 & k_{22} & k_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{11.B1} \\ x_{12.B1} \\ x_{21.B2} \\ x_{22.B2} \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} s_{11.21}(x_{11.B1}-x_{21.B2}-d_{11.21})+c_{11.21}(\dot{x}_{11.B1}-\dot{x}_{21.B2})| \\ s_{12.22}(x_{12.B1}-x_{22.B2}-d_{12.22})+c_{12.21}(\dot{x}_{12.B1}-\dot{x}_{22.B2})| \\ s_{11.21}(x_{11.B1}-x_{21.B2}-d_{11.21})+c_{11.21}(\dot{x}_{11.B1}-\dot{x}_{21.B2})| \\ s_{12.22}(x_{12.B1}-x_{22.B2}-d_{12.22})+c_{12.21}(\dot{x}_{12.B1}-\dot{x}_{22.B2})| \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} F_{11}(t) \\ F_{12}(t) \\ F_{21}(t) \\ F_{22}(t) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} m_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_{21} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_{B1} \\ \ddot{x}_{B1} \\ \ddot{x}_{B2} \\ \ddot{x}_{B2} \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}21)$$

و بعد الإصلاح و الاختصار تؤول المصفوفة إلى الشكل :

$$
\begin{bmatrix} m_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_{21} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_{22} \end{bmatrix}
\begin{bmatrix} \ddot{x}_{11.B1} \\ \ddot{x}_{12.B1} \\ \ddot{x}_{21.B2} \\ \ddot{x}_{22.B2} \end{bmatrix} +
$$

$$
\left(\begin{bmatrix} k_{11}+k_{12} & -k_{12} & 0 & 0 \\ -k_{12} & k_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{21}+k_{22} & -k_{22} \\ 0 & 0 & k_{22} & k_{22} \end{bmatrix} +
\begin{bmatrix} c_{11}+c_{12} & -c_{12} & 0 & 0 \\ -c_{12} & c_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c_{21}+c_{22} & -c_{22} \\ 0 & 0 & c_{22} & c_{22} \end{bmatrix} \right)
\begin{bmatrix} \dot{x}_{11.B1} \\ \dot{x}_{12.B1} \\ \dot{x}_{21.B2} \\ \dot{x}_{22.B2} \end{bmatrix} +
$$

$$
\left(\begin{bmatrix} k_{11}+k_{12} & -k_{12} & 0 & 0 \\ -k_{12} & k_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{21}+k_{22} & -k_{22} \\ 0 & 0 & k_{22} & k_{22} \end{bmatrix} +
\begin{bmatrix} s_{11}+s_{12} & -s_{12} & 0 & 0 \\ -s_{12} & s_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_{21}+s_{22} & -s_{22} \\ 0 & 0 & s_{22} & s_{22} \end{bmatrix} \right)
\begin{bmatrix} x_{11.B1} \\ x_{12.B1} \\ x_{21.B2} \\ x_{22.B2} \end{bmatrix} +
$$

$$
\begin{bmatrix} -s_{11.21}d_{11.21} \\ -s_{12.22}d_{12.22} \\ -s_{11.21}d_{11.21} \\ -s_{12.22}d_{12.22} \end{bmatrix} =
\begin{bmatrix} F_{11}(t) \\ F_{12}(t) \\ F_{21}(t) \\ F_{22}(t) \end{bmatrix} -
$$

$$
\begin{bmatrix} m_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_{21} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_{22} \end{bmatrix}
\begin{bmatrix} \ddot{x}_{B1} \\ \ddot{x}_{B1} \\ \ddot{x}_{B2} \\ \ddot{x}_{B2} \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}22)
$$

وبشكل مشابه لنموذج وحيد درجة الحرية تنشأ قوى الطرق عندما يصبح التباعد بين المبنيين أقل من عرض الفاصل بينهما

$$x_{11.B1} - x_{21.B2} - d_{11.21} \leq 0 \Rightarrow s_{11.21}, c_{11.21} = 0 \qquad (3\text{-}23)$$

$$x_{21.B1} - x_{12.B2} - d_{12..22} \leq 0 \Rightarrow s_{12.22}, c_{12.22} = 0 \qquad (3\text{-}24)$$

الفصل الرابع

الدراسة البارامترية

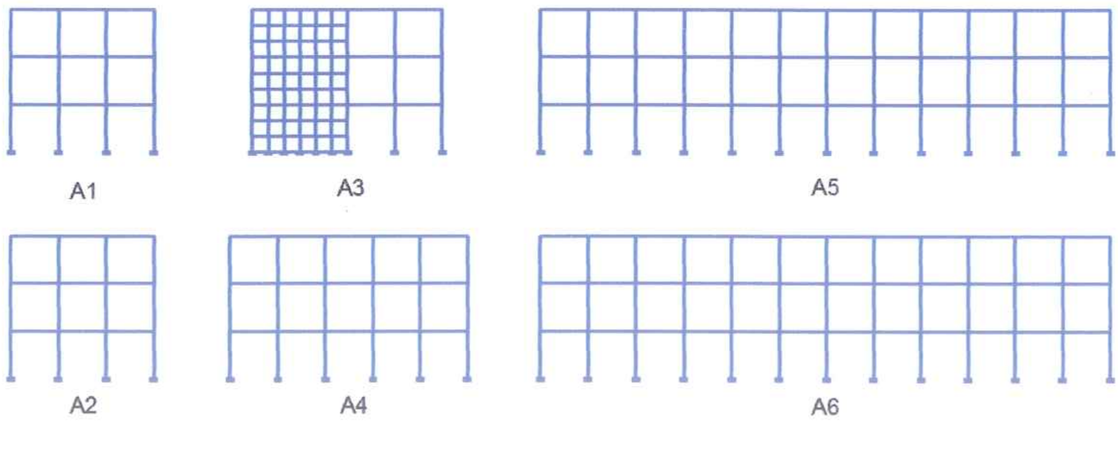
4-1- مقدمة:

تم اعتماد النموذج المستوي حيث تم افتراض أن كافة النماذج هي منتظمة في المستوي وتم دراسة الطرق لعدة حالات و كل حالة مؤلفة من إطارين و ذلك بفرض الاطارات متوسطة مقاومة للعزوم .

4-2- النماذج و الحالات المدروسة:

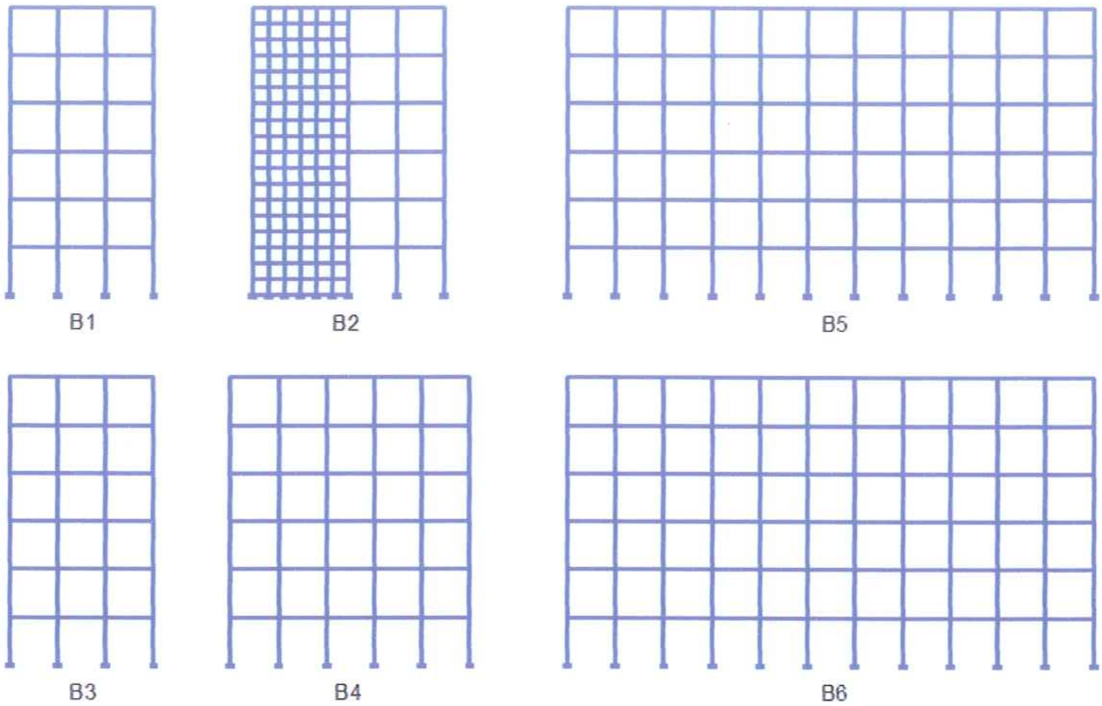
لتقييم امكانية الطرق و نتائجه تمت دراسة عدة متغيرات شملت عدد طوابق المبنى – السجل الزلزالي – عرض الفاصل – الخصائص الديناميكية للمبنى وقد شكل ذلك دراسة 264 حالة دراسية تم تقسيمها إلى أربع إلى اربع مجموعات :

المجموعة الاولى : و تشمل 6 اطارات مؤلفة من ثلاثة طوابق و موضحة بالشكل (4-1) وخصائص الاطارات موضحة بالجدول (4-1) و أبعاد المقاطع العرضية للاعمدة وخصائص المفاصل اللدنة موضحة بالاشكال (1-a,2-a,3-a,4-a,5-a,6-a) من الملحق A أما أبعاد الجوائز فهي لكل الاطارات بارتفاع 60 سم و عرض 30 سم تم دراسة 72 حالة لاحتمالية الطرق موضحة بالجدول (4-2)



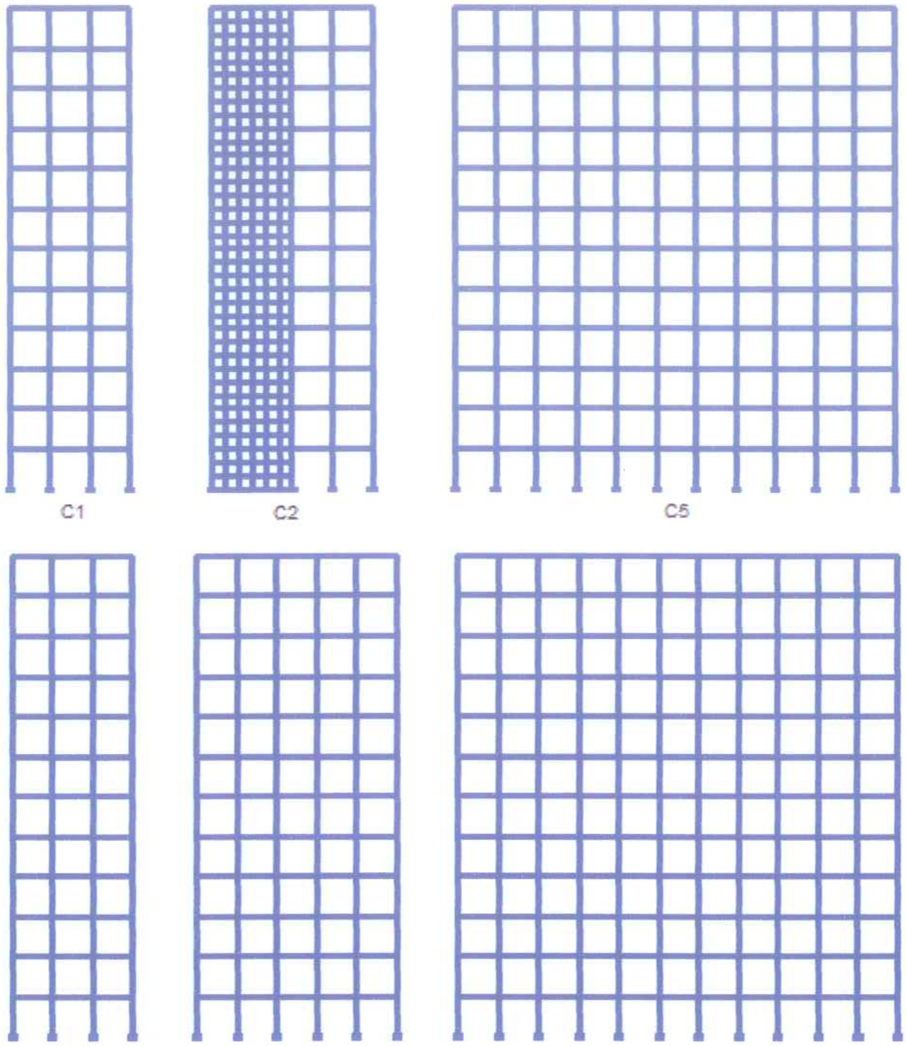
الشكل 1– 4 اطارات المجموعة الاولى

المجموعة الثانية : و تشمل 6 اطارات مؤلفة من ستة طوابق و موضحة بالشكل (2- 4) وخصائص الاطارات موضحة بالجدول (4-3) و أبعاد المقاطع العرضية للاعمدة وخصائص المفاصل اللدنة موضحة بالاشكال (7-a,8-a,9-a,10-a,11-a,12-a) من الملحق A أما أبعاد الجوائز فهي لكل الاطارات بارتفاع 60 سم و عرض 30 سم تم دراسة 72 حالة لاحتمالية الطرق موضحة بالجدول (4-4).



الشكل 2–4: اطارات المجموعة الثانية

المجموعة الثالثة : و تشمل 6 اطارات مؤلفة من اثني عشرة طابق و موضحة بالشكل (3- 4) وخصائص الاطارات موضحة بالجدول (4-5) و أبعاد المقاطع العرضية للاعمدة وخصائص المفاصل اللدنة موضحة بالاشكال (13-a,14-a,15-a,16-a,17-a,18-a) من الملحق A أما أبعاد الجوائز فهي لكل الاطارات بارتفاع 60 سم و عرض 30 سم تم دراسة 72 حالة لاحتمالية الطرق موضحة بالجدول (4-6)



الشكل 3-4: اطارات المجموعة الثالثة

المجموعة الرابعة : و تشمل 4 اطارات مختلفة عدد الطوابق تم دراسة 48 حالة لاحتمالية الطرق موضحة بالجدول (4-6)

سنقوم من خلال هذه الدراسة بمقارنة نتائج المجموعات المذكورة مع اشتراطات الكود العربي السوري و ذلك من خلال تقييم قوة القص القاعدي الكلي قبل و بعد الطرق ومناقشة الزيادة بالقوى نتيجة الطرق حيث يشترط الكود السوري زيادة قوة القص الكلي بمقدار 10% في حال تخفيض قيمة عرض الفاصل إلى 75% من القيمة المذكورة بالعلاقة (2-14) ويشترط زيادة قوة القص 15% في حال تخفيض عرض الفاصل 50% لذلك اخترنا أربعة قيم لعرض الفاصل بين كل نموذجين أولها

قيمة الكود حسب العلاقة (2-14) ندرس من خلالها احتمالية حدوث الطرق بحال الالتزام بقيمة عرض الفاصل دون تخفيض واخترنا القيمة الثانية 70% من القيمة السابقة و ذلك لدراسة احتمالية الطرق والزيادة بقوى القص نتيجة الطرق في حال حدوثه ومقارنة الزيادة مع الزيادة المذكورة بالكود ثم اخترنا قيمة 50% من القيمة المذكورة بالكود وأيضا لدراسة الزيادة نتيجة الطرق ومقارنتها مع الكود السوري وأخيرا اخترنا قيمة 25% من قيمة الكود وهي قيمة صغيرة لعرض الفاصل تعبرعن عرض الفاصل بين الابنية القديمة التي لم تصمم التباعدات فيما بينها حسب اشتراطات الكود ندرس من خلال هذه الحالة أثر الطرق على البنائين عند هذه القيمة .

تم اختيار ثلاثة سجلات زلزالية حيث يشترط الكود في حالة التحليل بطريقة التأريخ الزمني تطبيق ثلاثة سجلات زلزالية واخذ القيم الاعظمية أو تطبيق سبعة سجلات و أخذ القيم الوسطية و بالتالي لايكون تطبيق سجل واحد كاف لتقييم النتائج .

تم استخدام تحليل ديناميكي لاخطي وذلك لأنها الطريقة الوحيدة التي يمكن دراسة أثر الطرق بدقة من خلالها حيث التحليل المرن أسهل ويستغرق وقت أقل بكثير لكن في حال التحليل المرن لايمكن التميز بين ميكانزم الانهيار الناتج عن استجابة المنشأ للحمل الزلزالي و ميكانزم الانهيار الناتج عن قوى الطرق ، كما انه في التحليل المرن لا تنخفض قساوة المنشأ بعد الطرق و بالتالي زيادة كبيرة بالانتقال للمنشأين بعد الطرق ممايؤدي لنشوء قوى طرق ثانية أكبر بكثير و قوة ثالثة أكبر وأكبر بينما في الحقيقة قد يكون المنشأ قد خرج عن العمل بعد أول قوة طرق تعرض لها المنشأ .

تعد مسألة التحليل الديناميكي اللاخطي لنماذج متعددة درجة الحرية مسألة معقدة حيث يتم حل معادلات الحركة المرتبطة خطيا بكل لحظة من لحظات السجل الزمني مع افتراض تغير مصفوفة الصلابة بكل خطوة نتيجة الدورانات بالمفاصل اللدنة وذلك بتطبيق حمل ديناميكي متغير بشكل عشوائي مع الزمن بالتالي من الصعب استقراء أستجابة المنشأ لهذا الحمل ، فمن أجل تقييم نتائج التحليل الديناميكي اللاخطي التي يعطيها برنامج Sap2000- V14.1 قمنا بإجراء تحليل ستاتيكي لاخطي حيث يمكن بسهولة تقييم نتائج التحليل الستاتيكي اللاخطي حيث تم إجراء التحليل باستحدام طريقة Puch over حيث تم رسم المنحني الدفعي الموافق للمنط الأول و كذلك منحني الطلب اعتماد على معاملات $C_a - C_v$ المذكورة وتم تحديد نقطة الاداء و بالتالي الانتقال اللدن و قوة القص اللدنة الموافقين لنقطة الاداء و تم مقارنة هذه القيم مع قيم الانتقالات اللدنة و كذاك قوى القص اللدنة الناتجة

من التحليل الديناميكي اللاخطي للسجلات الثلاثة و لكافة النماذج وكانت القيم متقاربة وبالتالي يمكن القبول بالنتائج المستخرجة من البرنامج و تقييم أثر الطرق اعتمادا عليها .

من أجل حساب عرض الفاصل وفق الكود السوري نقوم بحساب قوة القص القاعدي و الانتقال المرن في أعلى المنشأ و الموافق لقوة القص ، تم لكافة النماذج حساب قوة القص الستاتيكية وفقا للكود السوري حسب العلاقات :

$$V = W * Cv * I / R * T \quad (4\text{-}1)$$

$$V_{max} = W * 2.5 * I * Ca / R \quad (4\text{-}2)$$

$$V_{min} = 0.11 * I * Ca / R \quad (4\text{-}3)$$

V قوة القص الستاتيكية المطبقة على النموذج

$C_v=0.25$ وذلك بفرض المنطقة الزلزالية 2C و تصنيف المقطع الشاقولي للتربة SB

$C_a=0.25$ وذلك بفرض المنطقة الزلزالية 2C و تصنيف المقطع الشاقولي للتربة SB

R=5.5 وذلك بفرض الجملة الانشائية لكافة النماذج هي اطارات بيتونية متوسطة مقاومة للعزوم

R=6.5 النماذج المؤلفة من جدران قص و اطارات بيتونية متوسطة مقاومة للعزوم

T الدور الديناميكي للنموذج

و يوضح الجدول () المعطيات التصميمية لعناصر الاطارات

$E_c = 296984\ t/m^2$	معامل المرونة للبيتون
$F'_c = 2000\ t/m^2$	المقاومة الاسطوانية للبيتون
$Fy = 40000\ t/m^2$	اجهاد السيلان للتسليح الطولي
$Fys = 24000\ t/m^2$	اجهاد السيلان للتسليح العرضي

تم تلخيص نتائج التحليل الستاتيكي الخطي و اللاخطي للمجموعات الاربعة بالجداول (4-1/4-2/4-3)

الجدول (4-1) خصائص اطارات المجموعة الاولى

النموذج	عدد الطوابق	الوزن طن	الدور ثانية	قوة القص المرنة طن	الانتقال المرن م	قوة القص اللدنة طن	الانتقال اللدن م
A1	3	135	0.3585	15.4	0.00536	26.5	0.025
A2	3	67.5	0.2535	7.6	0.00268	19.6	0.011
A3	3	135	0.0358	13	0.00006	43	0.00008
A4	3	270	0.3714	30.6	0.00573	46.2	0.025
A5	3	135	0.189	15.4	0.00148	74	0.006
A6	3	67.5	0.1338	7.63	0.00074	37	0.003

الجدول (4-2) خصائص اطارات المجموعة الثانية

النموذج	عدد الطوابق	الوزن طن	الدور ثانية	قوة القص المرنة طن	الانتقال المرن م	قوة القص اللدنة طن	الانتقال اللدن م
B1	6	270	0.5483	22.4	0.01045	72.3	0.033
B2	6	135	0.3877	15.34	0.00716	44	0.021
B3	6	270	0.211	26	0.0019	120	0.0066
B4	6	540	0.5348	45.9	0.0102	98	0.033
B5	6	270	0.277	30.8	0.0037	131	0.012
B6	6	135	0.196	15.4	0.00182	69	0.0062

الجدول (3-4) خصائص اطارات المجموعة الثالثة

النموذج	عدد الطوابق	الوزن طن	الدور ثانية	قوة القص المرنة طن	الانتقال المرن م	قوة القص اللدنة طن	الانتقال اللدن م
C1	12	540	1.082	23	0.023	45	0.05
C2	12	270	0.765	16	0.0161	35.7	0.035
C3	12	540	0.583	36	0.011	139	0.045
C4	12	900	1	41	0.021	72	0.07
C5	12	540	0.57	43.2	0.011	87	0.039
C6	12	270	0.403	31	0.0078	82	0.027

تم اختيارعدة حالات لدراسة الطرق عن طريق تحليل عدة اطارات لتمثل قدر الامكان حالات واقعية و ذلك لكل مجموعة فالمجموعة الاولى لدينا حالة النموذجين A1-A1 لهما نفس الارتفاع و الدور والكتل وهذه الحالة تكون موجودة بشكل كبيرعندما يكون المبنى ذي مساحة كبيرة بالمسقط الافقي فغالبا لتجنب التأثيرات الحرارية يتم تقسيم المبنى إلى كتلتين متناظرتين و متشابهتين ، أما الحالة A1-A2 النموذجين لهما نفس الارتفاع ونفس الصلابة و لكن كتلة النموذج A2 نصف كتل النموذج A1 وبالتالي نسبة الدورين Tr = 1.4 تم اختيار هذه الحالة لمراقبة أثر الطرق على النموذجين بحال وجود فرق بدوري المنشأ على الرغم من ندرة وجود هذه الحالة بالواقع ، الحالة A1-A3 تمثل حالة الطرق لجملة اطارات (النموذج A1) و جملة ثنائية (النموذج A3) و في هذه الحالة يوجد فرق كبير بالصلابة بين النموذجين نتيجة وجود جدار القص حيث نسبة الدورين 10 = Trولكن نتائج هذه الحالة تقريبية تماما بسب اعتبار جدار القص يبقى بمرحلة المرونة تمثل هذه الحالة بنائين متجاورين لهما جملة انشائية مختلفة أحدهما جملة إطارات و الاخر جملة جدران قص . و من ثم لدراسة أثر الاختلاف الكبير بين دوري النموذجين المعرضين لطرق تم اختيار الحالة A1-A5 حيث نسبة الدورين Tr = 1.9 حيث صلابة النموذج A5 أكبر بأربع مرات من صلابة النموذج A1 ولهما نفس الكتلة حيث تمثل حالة بنائين عدد الاطارات في أحدهما أكبر من الاخر أو لأحدهما جملة اطارات و الأخر جدران قص وكذلك الحالة A1-A6 حيث نسبة الدورين Tr = 2.8

حيث صلابة النموذج A6 أكبر بأربع مرات من صلابة النموذج A1 وله نصف كتلة A1 وهذه الحالة تكون محصورة فقط في الأبنية القديمة.

وبشكل مشابه تم اختيار الحالات للمجموعتين الثانية حيث ارتفاعات النماذج ستة طوابق و المجموعة الثالثة فيها ارتفاعات النماذج اثني عشرة طابق أما المجموعة الرا بعة فاخترنا فيها حالات نماذج مختلفة الارتفاع فالحالة A1-B1 فيها النموذج A1 ثلاثة طوابق و النموذج B1 ستة طوابق وكذلك الحالة B1-A6 حيث النموذج A6 ذي صلابة اكبر بأربع مرات من النموذج A1 وكتلته أقل ب 50% أما الحالة C1-B1 فيها النموذج B1 ستة طوابق و النموذج C1 اثني عشرة طابق وكذلك الحالة C1-B6 حيث النموذج B6 ذي صلابة اكبر بأربع مرات من النموذج B1 وكتلته أقل ب 50% .

توضح الجداول نسبة دوري النموذجين و صلابتيهما وكتلتيهما وكذلك قيم عرض الفاصل بين النموذجين و ذلك لكل حالة من الحالات المدروسة .

الجدول (4-4) حالات الطرق لاطارات المجموعة الاولى

النموذجين	السجل الزلزالي	FR	MR	KR	TR	D cm	0.7 D cm	0.5 D cm	0.25 D cm
A1-A1	EL/NO/TU	3/3	1	1	1	2.92	2.05	1.46	0.73
A1-A2	EL/NO/TU	3/3	0.5	1	1.4	2.3	1.61	1.15	0.575
A1-A3	EL/NO/TU	3/3	1	0.01	10	2.1	1.47	1.05	0.525
A1-A4	EL/NO/TU	3/3	2	1.9	1	3.1	2.2	1.55	0.775
A1-A5	EL/NO/TU	3/3	1	4	1.9	2.14	1.5	1.07	0.535
A1-A6	EL/NO/TU	3/3	0.5	4	2.8	2.1	1.47	1.05	0.525

F_R: نسبة عدد الطوابق النموذجين المعرضين لطرق (A2/A1 – A3/A1-----)

M_R : نسبة كتلتي النموذجين المعرضين لطرق(A2/A1 – A3/A1-----)

K_R: نسبة صلابتي النموذجين المعرضين لطرق (A2/A1 – A2/A1-----)

T_R نسبة دوري ا النموذجين المعرضين للطرق(A1/A2 – A1/A3-----)

D دراسة الطرق باعتبار قيمة عرض الفاصل حسب الكود السوري العلاقة (2-1)

0.7D دراسة الطرق باعتبار قيمة عرض الفاصل 70% من قيمة الكود السوري

0.5D دراسة الطرق باعتبار قيمة عرض الفاصل 50% من قيمة الكود السوري

0.25D دراسة الطرق باعتبار قيمة عرض الفاصل 25% من قيمة الكود السوري

EL : دراسة حالة الطرق بتطبيق سجل Elcentro

No : دراسة حالة الطرق بتطبيق سجل Northridge

Tu : دراسة حالة الطرق بتطبيق سجل Turkey

الجدول (4-5) حالات الطرق لاطارات المجموعة الثانية

النموذجين	السجل الزلزالي	FR	MR	KR	TR	D cm	0.7 D cm	0.5 D cm	0.25 D cm
B1-B1	EL/NO/TU	6/6	1	1	1	5.7	4	2.85	1.425
B1-B2	EL/NO/TU	6/6	0.5	1	1.4	4.9	3.43	2.45	1.225
B1-B3	EL/NO/TU	6/6	1	0.18	2.6	4.1	2.87	2.05	1.03
B1-B4	EL/NO/TU	6/6	2	2	1	4.85	3.4	2.4	1.2
B1-B5	EL/NO/TU	6/6	1	4	2	4.3	3	2.15	1.08
B1-B6	EL/NO/TU	6/6	0.5	4	2.8	4	2.8	2	1

الجدول (4-6) حالات الطرق لاطارات المجموعة الثالثة

النموذجين	السجل الزلزالي	FR	MR	KR	TR	D cm	0.7 D cm	0.5 D cm	0.25 D cm
C1-C1	EL/NO/TU	12/12	1	1	1	11.8	8.26	5.9	2.95
C1-C2	EL/NO/TU	12/12	0.5	1	1	10	7	5	2.5
C1-C3	EL/NO/TU	12/12	1	0.5	1.7	8.9	6.23	4.45	2.23
C1-C4	EL/NO/TU	12/12	2	1.7	1	10	7	5	2.5
C1-C5	EL/NO/TU	12/12	1	4	1.97	9.1	6.37	4.55	2.275
C1-C6	EL/NO/TU	12/12	2	4	2.8	8.7	6.1	4.35	2.175

الجدول (4-7) حالات الطرق لاطارات المجموعة الرابعة

النموذجين	السجل الزلزالي	FR	MR	KR	TR	D cm	0.7 D cm	0.5 D cm	0.25 D cm
B1-A1	EL/NO/TU	3/6				2.9	2.03	1.45	0.725
B1-A6	EL/NO/TU	3/6				2	1.42	1	0.5
C1-B1	EL/NO/TU	6/12				5.4	3.78	2.7	1.35
C1-B6	EL/NO/TU	6/12				3.8	2.7	1.9	0.95

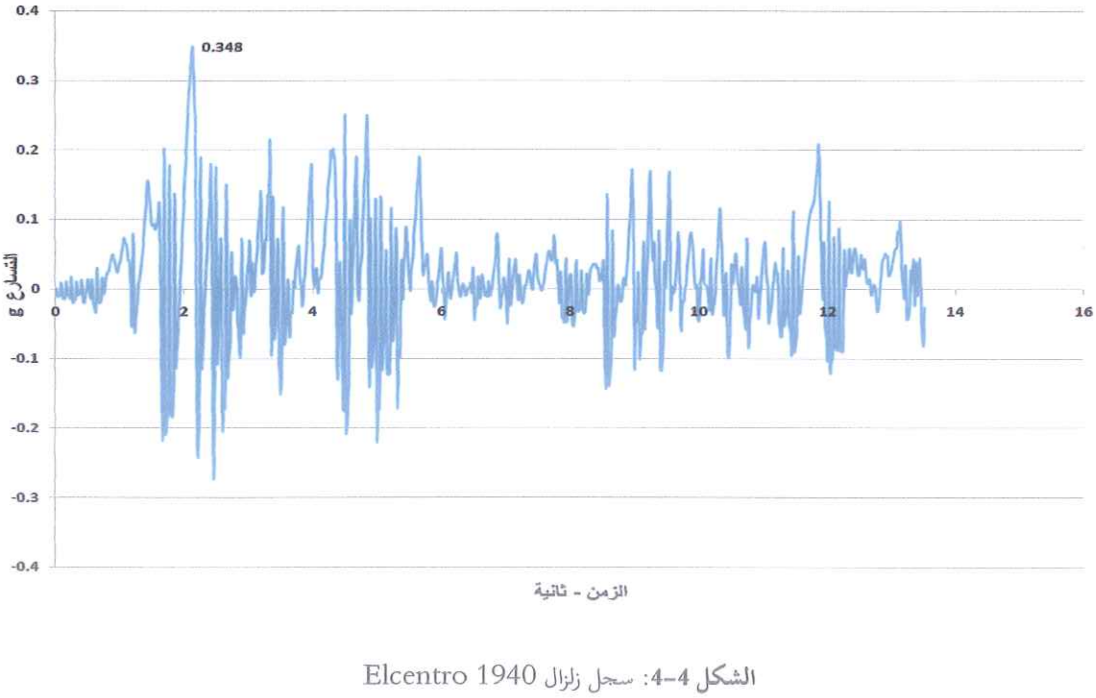
4-3- السجلات الزلزالية المستخدمة:

تم استخدام ثلاث سجلات زلزالية لكل الحالات المدروسة وهي زلزال :

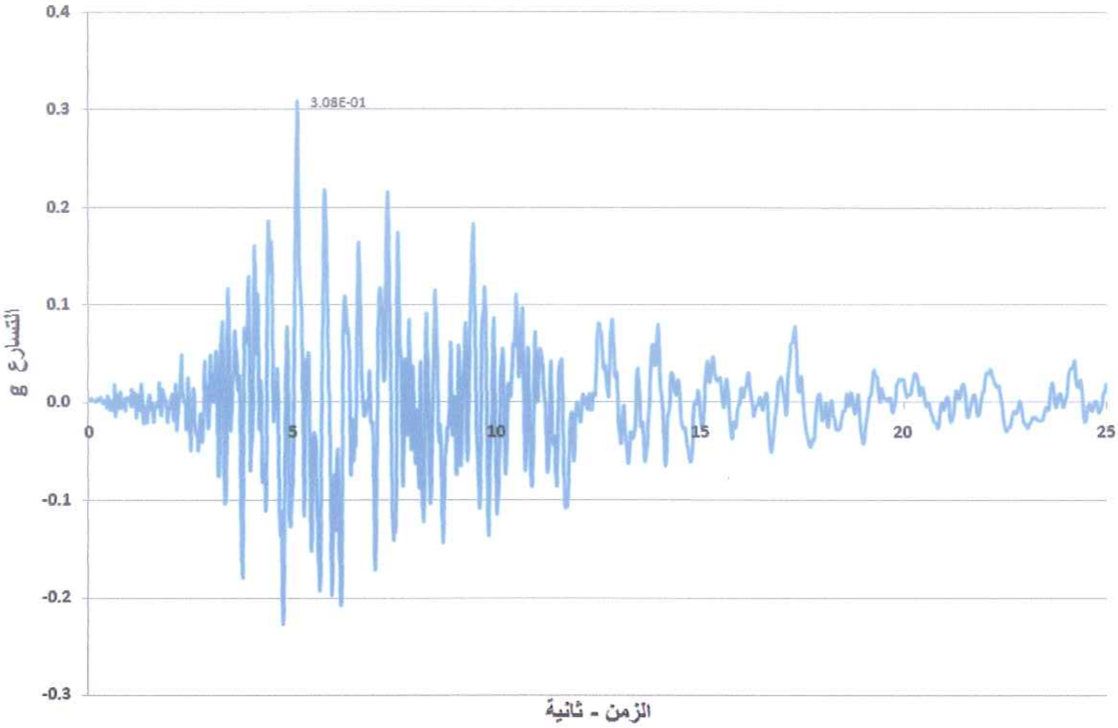
1- زلزال Elcento 1940 المركبة شمال جنوب [26] الشكل (4 -4)

2- زلزال Northridge 1994 المركبة شرق غرب [27] الشكل (4 -5)

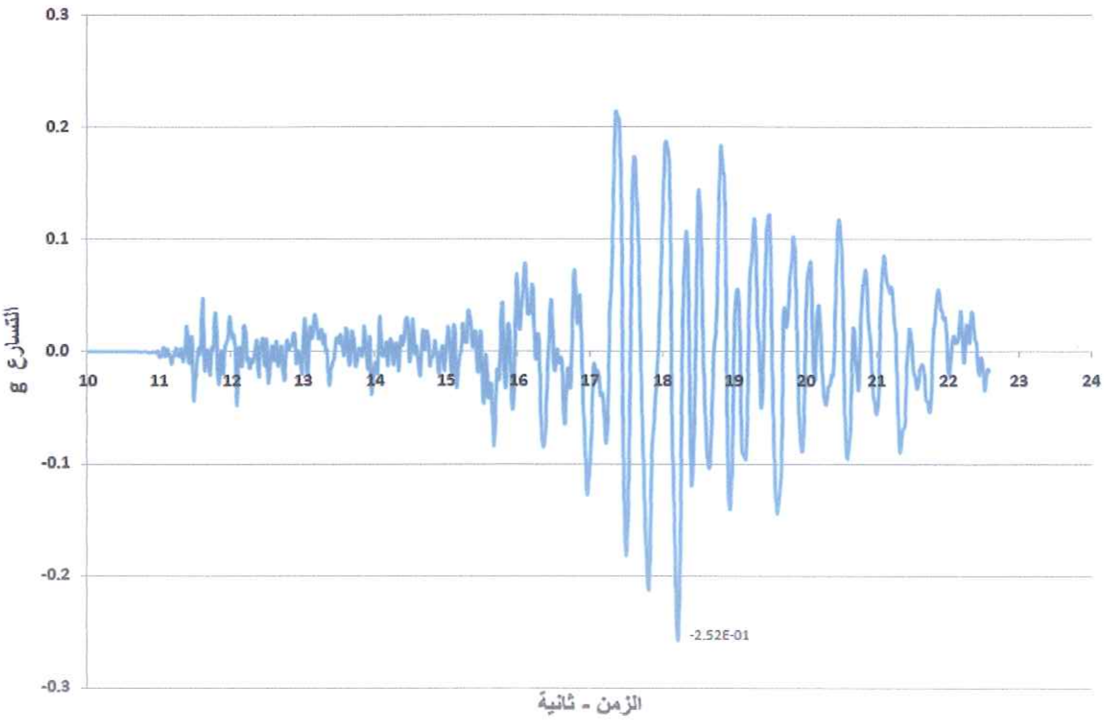
3- زلزال Turkey (Duce) 1999 المركبة شرق غرب [27] الشكل (4 -6) سيتم تسمية السجل بالرسالة ب Turky تمت معايرة السجلات الثلاثة لقيمة تسارع 0.25 g



الشكل 4-4: سجل زلزال Elcentro 1940



الشكل 5-4: سجل زلزال Northridge 1994



الشكل 6-4: سجل زلزال Turky(Duce) 1999

4-4- النمذجة الانشائية :

تم اعتبار أن كل اطار من الاطارات المستخدمة في الدراسة هو جزء من جملة انشائية لبناء كامل حيث تم تقييم الاحمال الميتة والحية المنقولة للاطار وتحديد الابعاد العرضية للأعمدة والجوائز اعتمادا على حالة تحميل الاحمال الميتة والحية المصعدة ثم طبقنا قوة قص ستاتيكية حسب العلاقة 4-1 وتم حساب التسليح حسب حالة تحميل تشمل الاحمال الميتة والحية وأحمال الزلازل واعتمادا على قيم التسليح المحسوبة تم اجراء التحليل الديناميكي اللاخطي وكان هناك عدة افتراضات :

1 – في حالة الجملة الثنائية تم افتراض أن جدران القص تبقى مرنة ولم يطبق عليها مفاصل لدنة وهذا الفرض استخدمه [12] .

2 – بعض السجلات الزلزالية لم يتم استكمال السجل الزلزالي حتى نهايته وذلك إما بسبب تطور التشوه اللدن في أحد مفاصل الإطار بشكل كبير مما أدى لإيقاف التحليل حسب [25] أو لأن الحصول على القيم الأعظمية كان كافيا لإجراء المقارنات والاستمرار بالتحليل يستهلك وقت كبير ولا يعطي نتائج مجدية.

3 – إن سلوك المفصل اللدن عند منطقة الطرق (المفاصل بالجوائز المجاورة للنابض) يماثل سلوك أي مفصل لدن أخر حيث تم إهمال التدهور بالحلقة الهيستيرية للمفصل عند منطقة الصدم نتيجة تهشم البيتون بهذه المنطقة وهذا الفرض أيضا استخدمه [12].

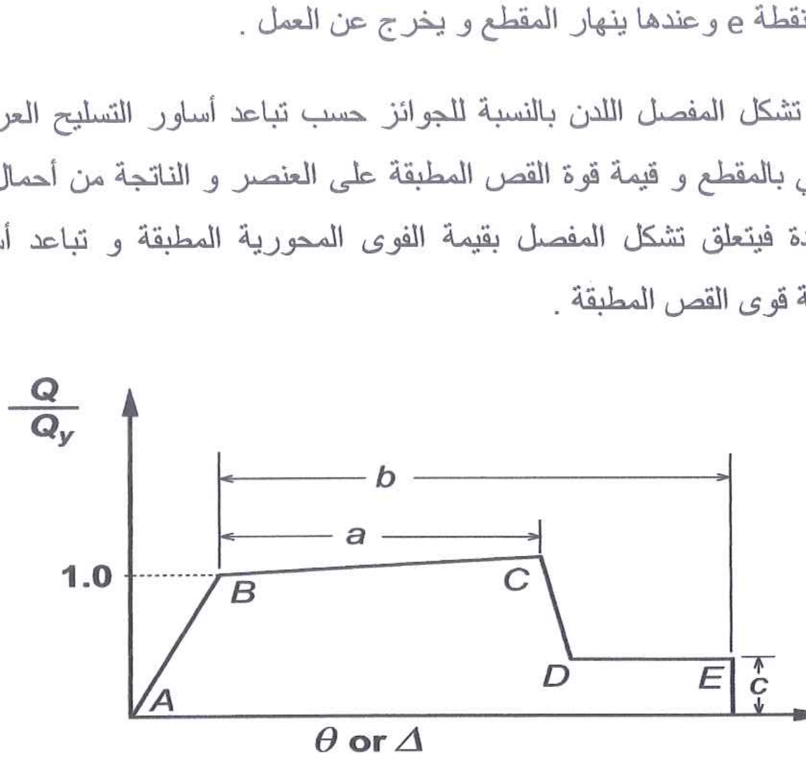
وقد تم استخدام طريقة التكامل المباشر لحل معادلة الحركة كما تم اجراء تحليل ستاتيكي لاخطي و ايجاد الانتقال الستاتيكي اللدن و الموافق لنقطة الاداء .

4-5- التحليل اللاخطي لعناصر البيتون المسلح :

بما أن الطاقة المتولدة عن الزلزال هي طاقة كبيرة لذا لايمكن تصميم المنشأ في المرحلة المرنة ولابد من الاستفادة من الطاقة المبددة في العناصر نتيجة التشوه وتشكل المفاصل اللدنة ثم نمذجة المفاصل اللدنة للجوائز والأعمدة بفرض أن الإطارات هي إطارات ببتونية متوسطة مقاومة للعزوم وتم تعريف خصائص المفاصل اعتمادا على FEMA 356 حيث يفترض تشكل مفاصل في نهايات الجوائز والأعمدة بينما سلوك جدران القص تبقى مرنة في نماذج الجمل الثنائية .

يوضح الشكل (7-4) نموذج المفصل اللدن الموجود في FEMA 356 للجوائز والأعمدة البيتونية فلكل مفصل هناك مرحلة ماقبل الخضوع من a - b حيث العلاقة بين القوة والتشوه تبقى مرنة ثم يبدأ التغير بالصلابة من النقطة b-c ثم هبوط مفاجئ في مقاومة القوى الجانبية من c-d يستمر هذا الهبوط حتى النقطة e وعندها ينهار المقطع و يخرج عن العمل .

تتحدد مراحل تشكل المفصل اللدن بالنسبة للجوائز حسب تباعد أساور التسليح العرضي و نسبة التسليح الطولي بالمقطع و قيمة قوة القص المطبقة على العنصر و الناتجة من أحمال الزلازل اما بالنسبة للأعمدة فيتعلق تشكل المفصل بقيمة الفوى المحورية المطبقة و تباعد أساور التسليح العرضي وقيمة قوى القص المطبقة .

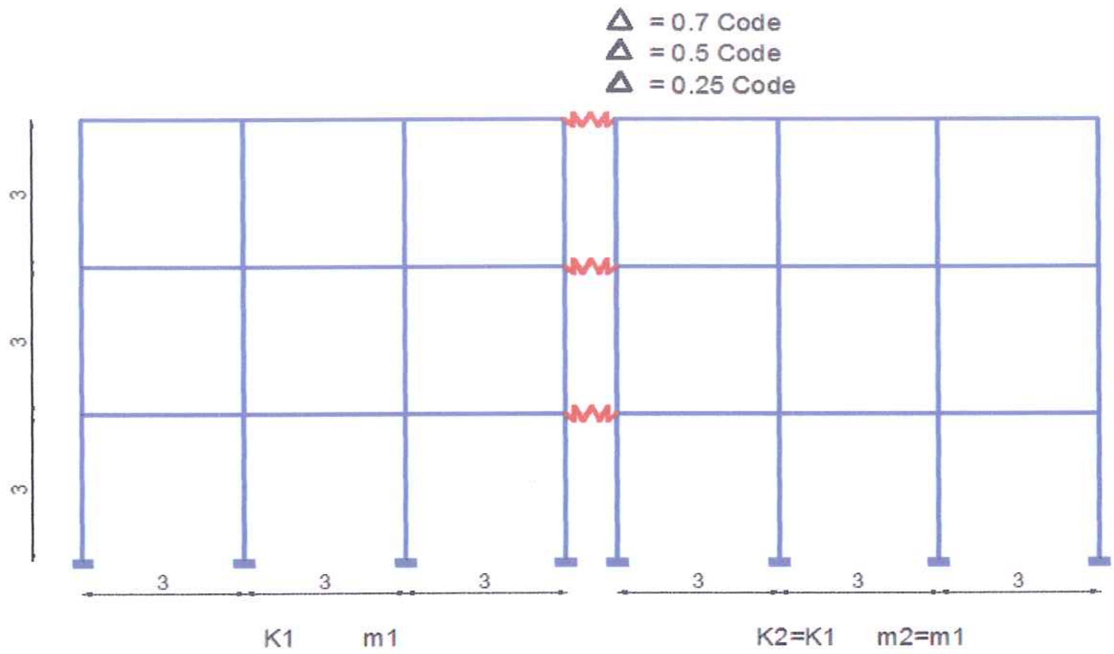


الشكل 7-4: العلافة بين القوة و التشوه لعناصر البيتون المسلح

4-6- اختيار بعض الحالات و عرض النتائج والمقارنة مع الكود السوري:

4-6-1 حالة الطرق للنموذجين A1-A1 :

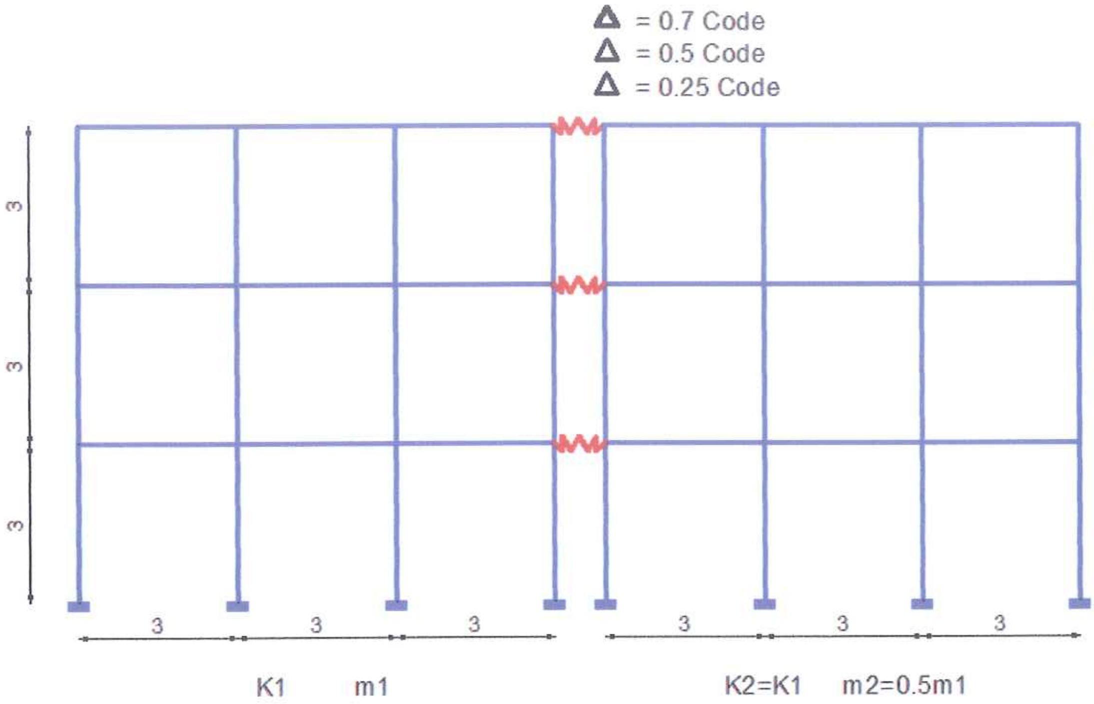
لدينا في هذه الحالة النموذجين لهما نفس الارتفاع و الدور الشكل(8-4) وفي هذه الحالة لم يحدث طرق بين االنموذجين مطلقا و ذلك بتطبيق السجلات الزلزالية الثلاثة ولكافة قيم عرض الفاصل حتى عند عرض 0.25D و هذا ايضا لحالات النماذج , A1-A4 , B1-B1 , B1-B4 , C1-C1 C1-C4



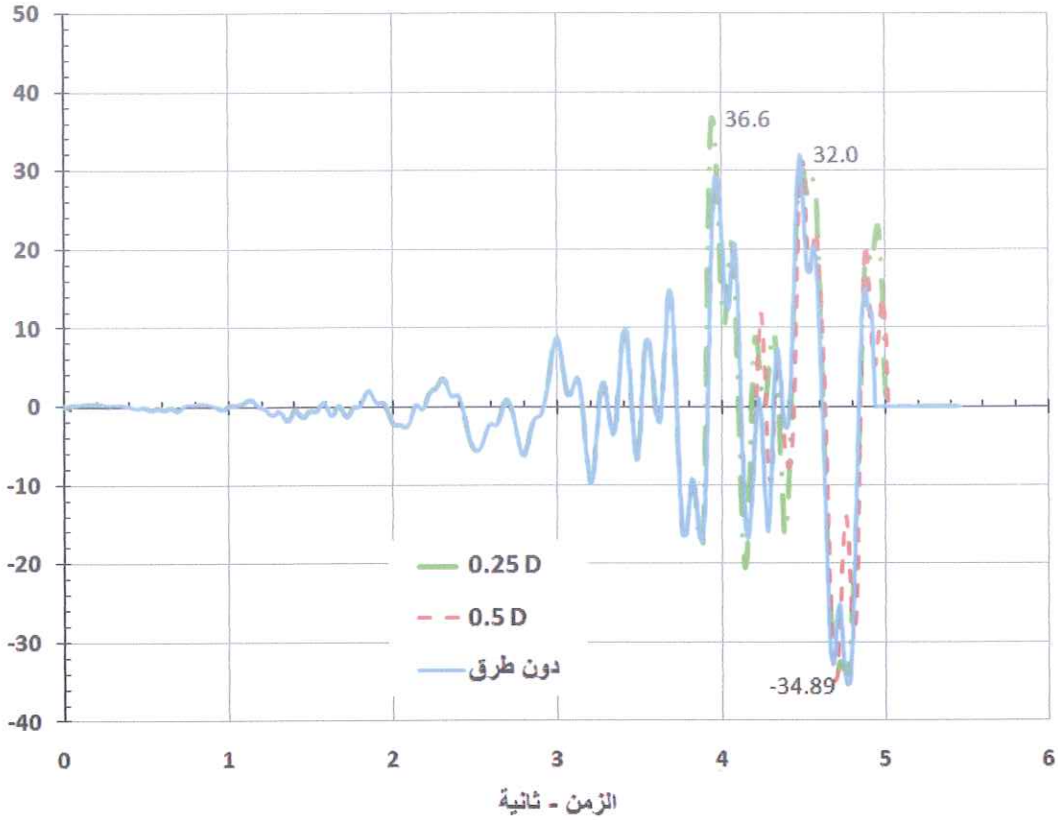
الشكل 8–4: حالة الطرق لنموذجين A1–A1

4-6-2 حالة الطرق للنموذجين A2-A1 بتطبيق سجل Northridge:

النموذجين لهما نفس الارتفاع وهناك اختلاف بالدورين حيث T1/T2 = 1.4 وذلك حسب الشكل (4-9) نلاحظ ان هناك زيادة طفيفة بقوى القص نتيجة الطرق حيث يوضح الشكل(4-10) أن قوة القص الكلية الاعظمية في النموذج A1 قبل الطرق 32 طن و نتيجة الطرق عند عرض فاصل 0.5D هي 34 طن و عند عرض فاصل 0.25D هي 36 طن .



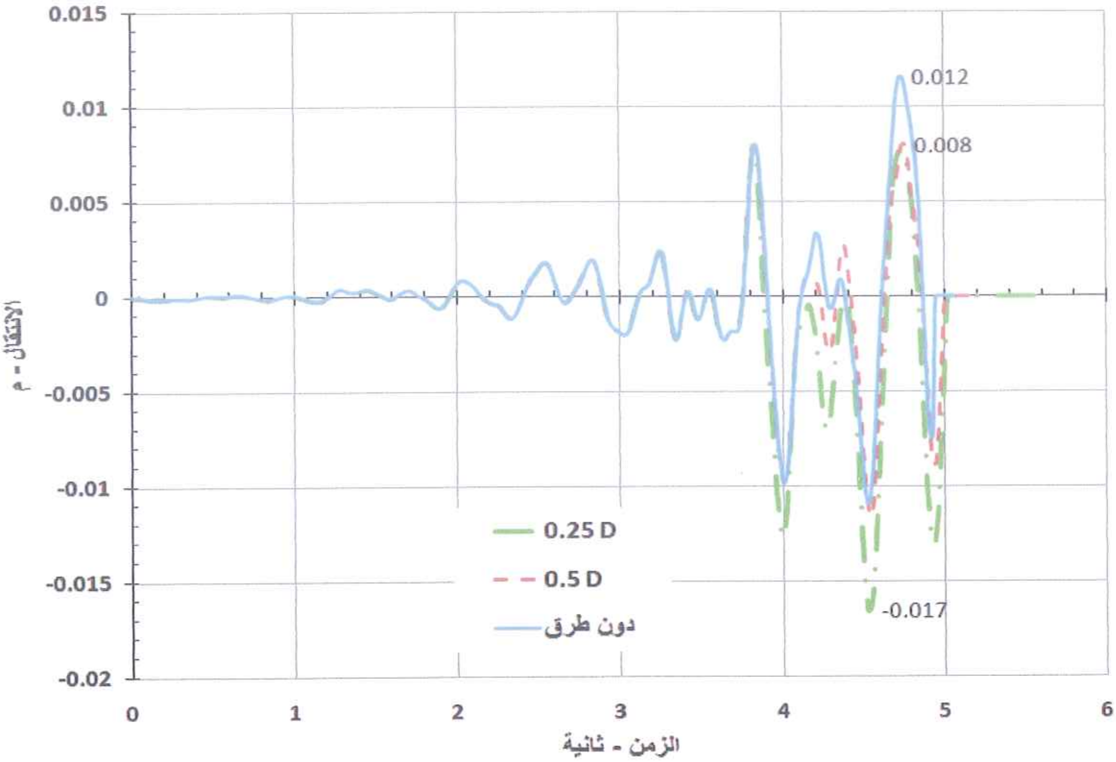
الشكل 4–9: حالة الطرق لنموذجين A1–A2



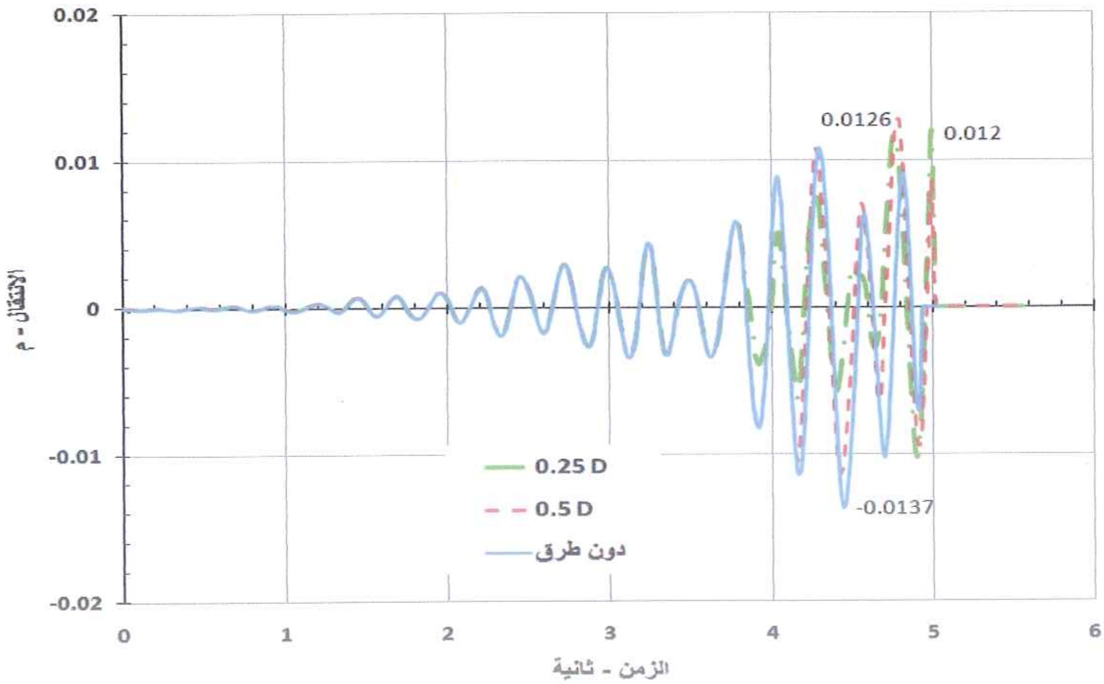
الشكل 10—4: السجل الزمني لقوى القص بالنموذج A1

أما بالنسبة للانتقالات يوضح الشكل(4-11) أنه لم يحدث زيادة بقيمة الانتقال الأعظمي في النموذج A1 عند عرض فاصل 0.5D حيث قيمة الانتقال هي 1.2 سم و عند عرض فاصل 0.25D زادت قيمة الانتقال إلى 1.7 سم أما في حال عدم وجود طرق فيكون الانتقال 1.2 سم ونتيجة اختلاف الكتل للنموذجين تكون الزيادة بالانتقال للنموذج A1 ذي الكتلة الاكبر اكبر من النموذج A2 حيث الانتقال لنموذج A2 عند عرض فاصل 0.5D هو 1.26 سم و عند عرض فاصل 0.25D هو 1.2 طن أما في حال عدم وجود طرق فيكون الانتقال 1.37 سم وذلك حسب الشكل (4-12)

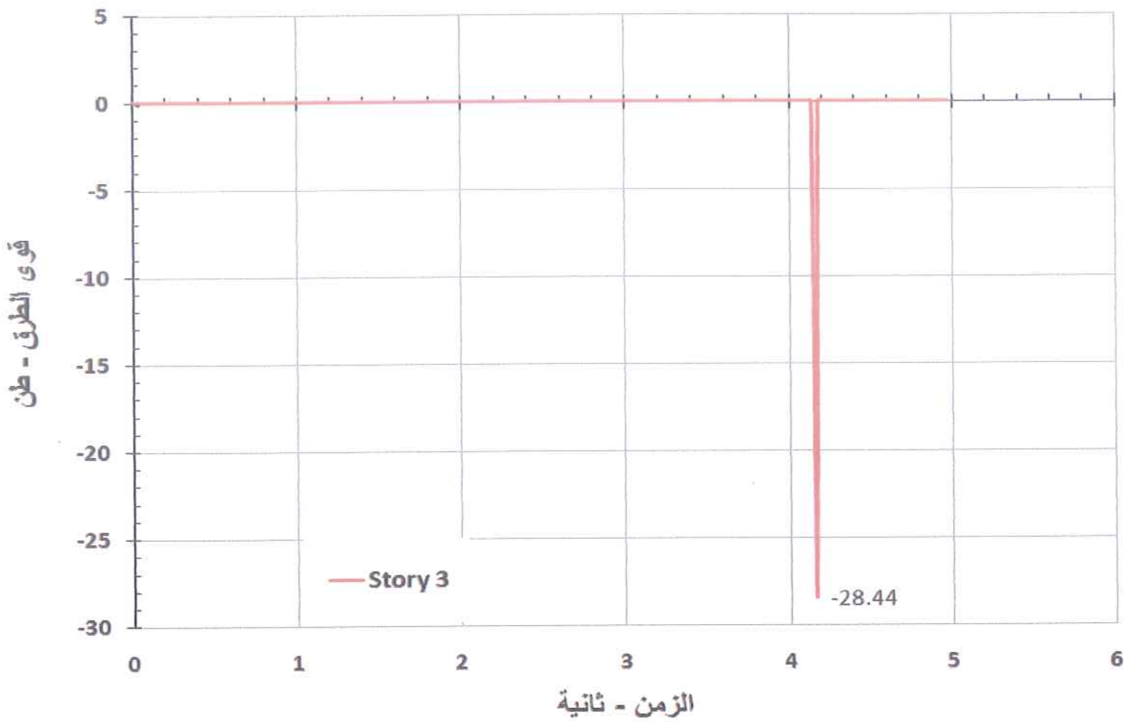
بالنسبة لقوى الطرق نجد على الرغم من اختلاف الخصائص الديناميكية للنموذجين لم يحدث طرق بينهما عند عرض فاصل 0.7D لم يحدث طرق بين النموذجين بالتالي زيادة قوة القص القاعدي عند تخفيض عرض الفاصل غير مبرر في هذه الحالة و عند عرض فاصل 0.5D كانت قوى الطرق 25 طن و عند عرض 0.25D أصبحت قوى الطرق 50 طن كما زاد عدد مرات الطرق و ذلك حسب الشكلين (4-14 / 4-13)



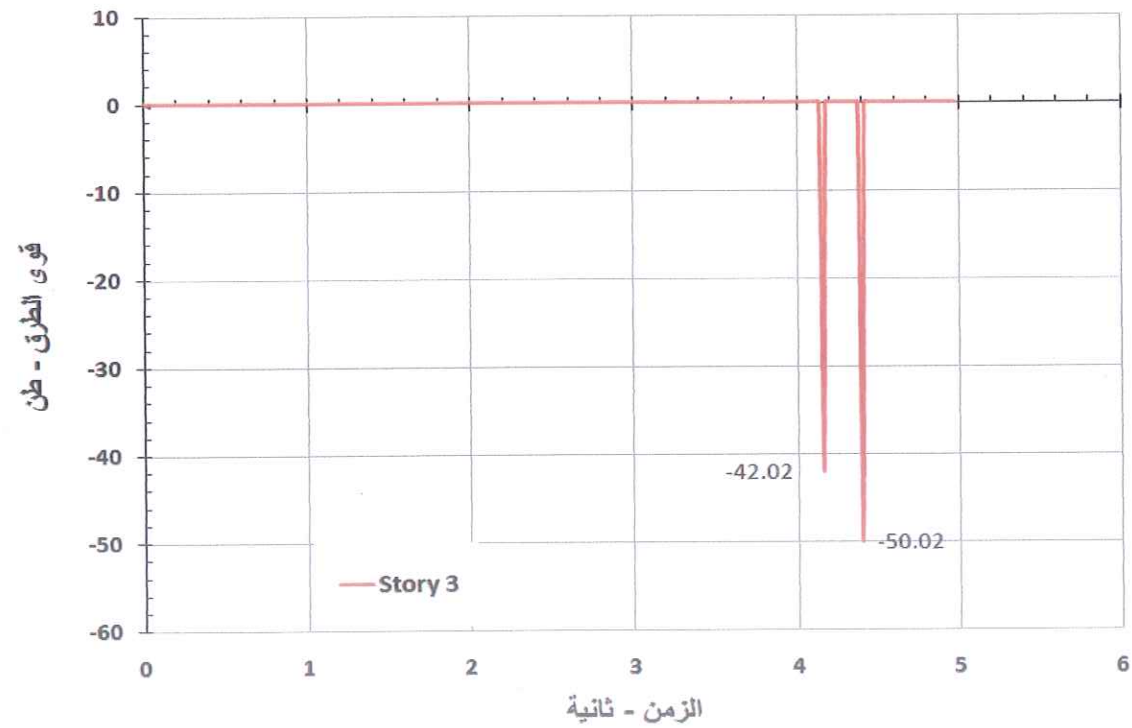
الشكل 11–4: السجل الزمني للانتقالات بالنموذج A1



الشكل12–4: السجل الزمني للانتقالات بالنموذج A2



الشكل 13–4: قوى الطرق بين النموذجين A1–A2 عند عرض فاصل 0.5D



الشكل 14–4: قوى الطرق بين النموذجين A1–A2 عند عرض فاصل 0.25D

إن تطبيق سجل Tuky يعطي اكبر قيم لطرق بين الاطارات مقارنة مع السجلات الباقية حيث يوضح الجدول(4-7) قوى الطرق بتطبيق السجلات الثلاثة و عند قيم مختلفة لعرض الفاصل كما يوضح الجدول أيضا نقصان قوى الطرق مع تصغيرعرض الفاصل بالنسبة لسجل Turky وعكس ذلك بالنسبة لسجل Northridge

الجدول(4-8) قوى الطرق بين النموذجين حسب السجل الزلزالي

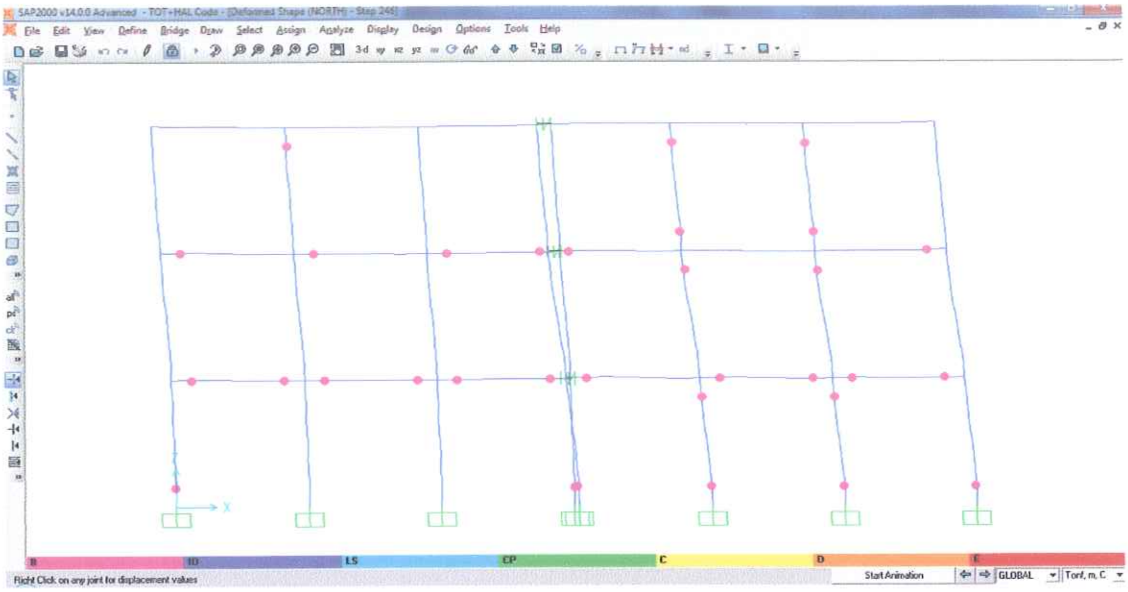
الطابق	0.7D	0.5D	0.25D
Elcentro	-	-	14
Northridge	-	30	50
Turky	90	55	50

تختلف الزيادة بقوى القص نتيجة الطرق من طابق لأخر حيث يبين الجدول(4-8) قوى القص في أعمدة الصف الاول و الثاني للنموذج A1 حيث نلاحظ ان الزيادة بالطوابق السفلية أكبر منها بالطوابق العلوية .

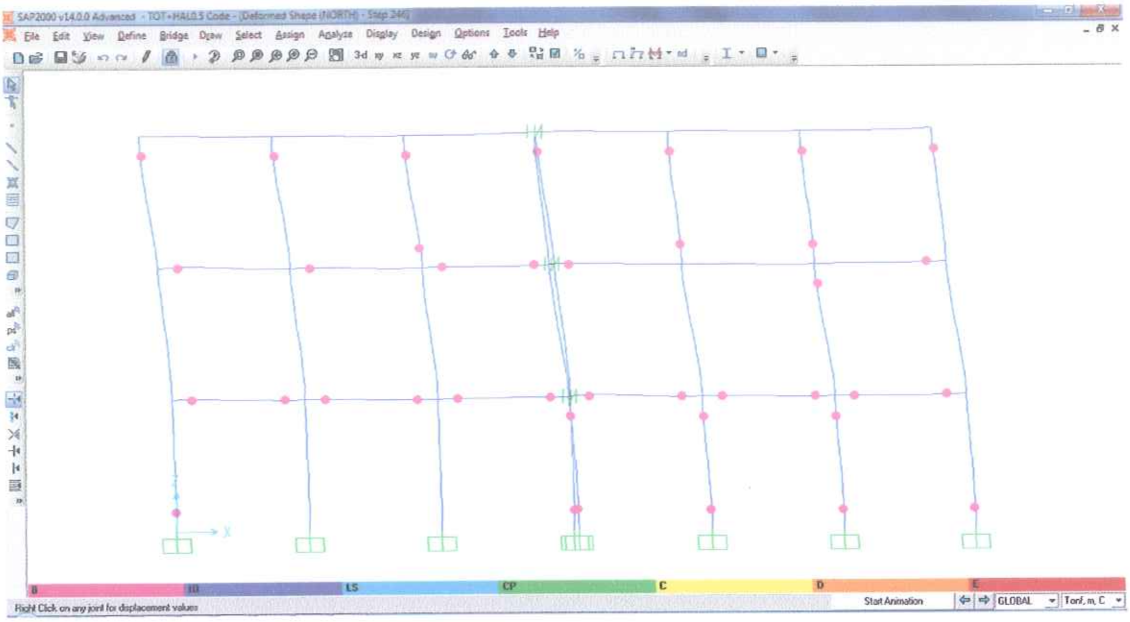
الجدول(4-9) قوى القص الأعظمية للنموذج A1

	أعمدة الصف الاول			أعمدة الصف الثاني		
	دون طرق	0.5D	0.25D	دون طرق	0.5D	0.25D
الطابق الاول	7.7	8.5	8	9.3	10	10.5
الطابق الثاني	5	4.5	4.8	7.7	5.8	8
الطابق الثالث	5	5	5	5.7	6	5.85

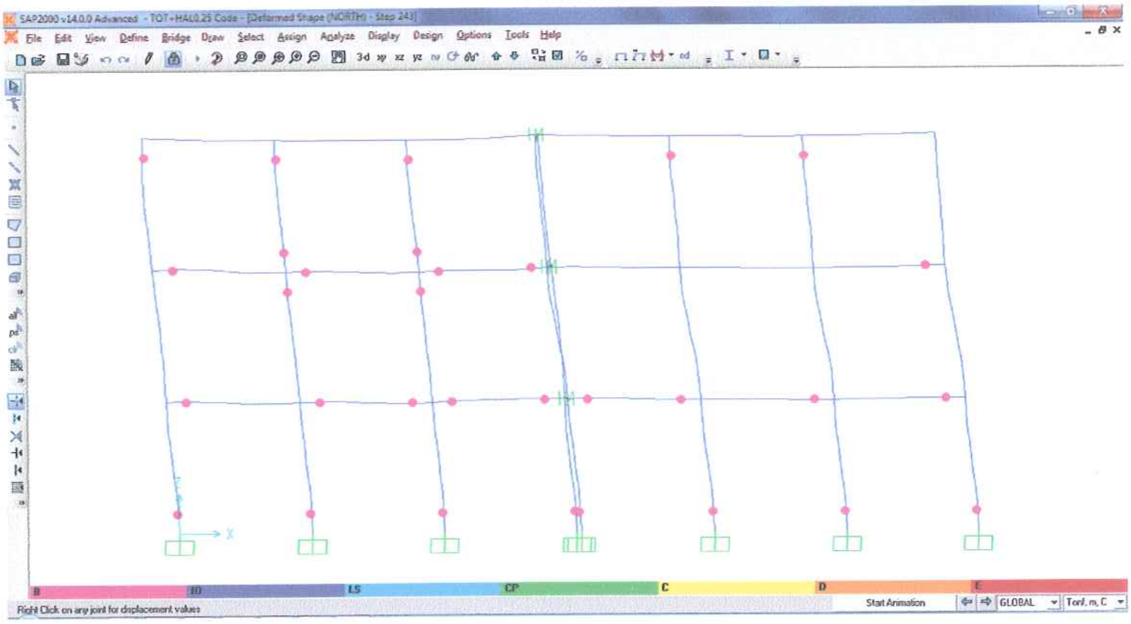
يختلف توزع المفاصل اللدنة نتيجة الطرق حيث يوضح الشكل (15-4) توزع المفاصل لنموذجين A1-A2 في حال عدم حدوث طرق و يوضح الشكل (16-4) توزع المفاصل اللدنة عند عرض فاصل 0.5D حيث تشكل دورانات كبيرة للمفاصل اللدنة بأعلى أعمدة الطابق الثالث للنموذج A1 وفي حال عرض فاصل 0.25D نلاحظ كل دورانات كبيرة للمفاصل اللدنة بأعلى أعمدة الطابق الثاني و أسفل أعمدة الطابق الأول و ذلك حسب الشكل (17-4)



الشكل 15–4: توزع المفاصل اللدنة دون حدوث طرق للاطارين بين النموذجين A1–A2



الشكل 4–16: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين A1–A2 عند عرض فاصل 0.5D

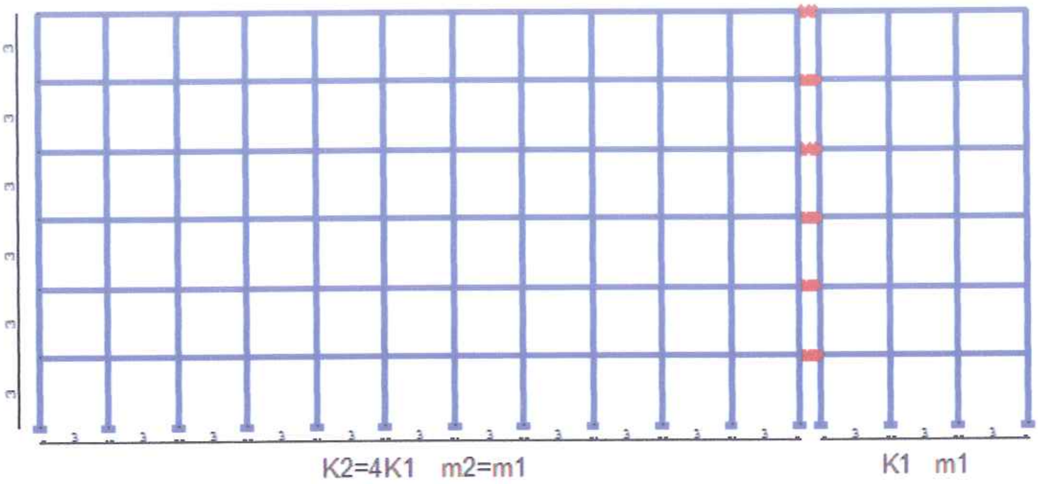


الشكل 4–17: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين A1–A2 عند عرض فاصل 0.25D

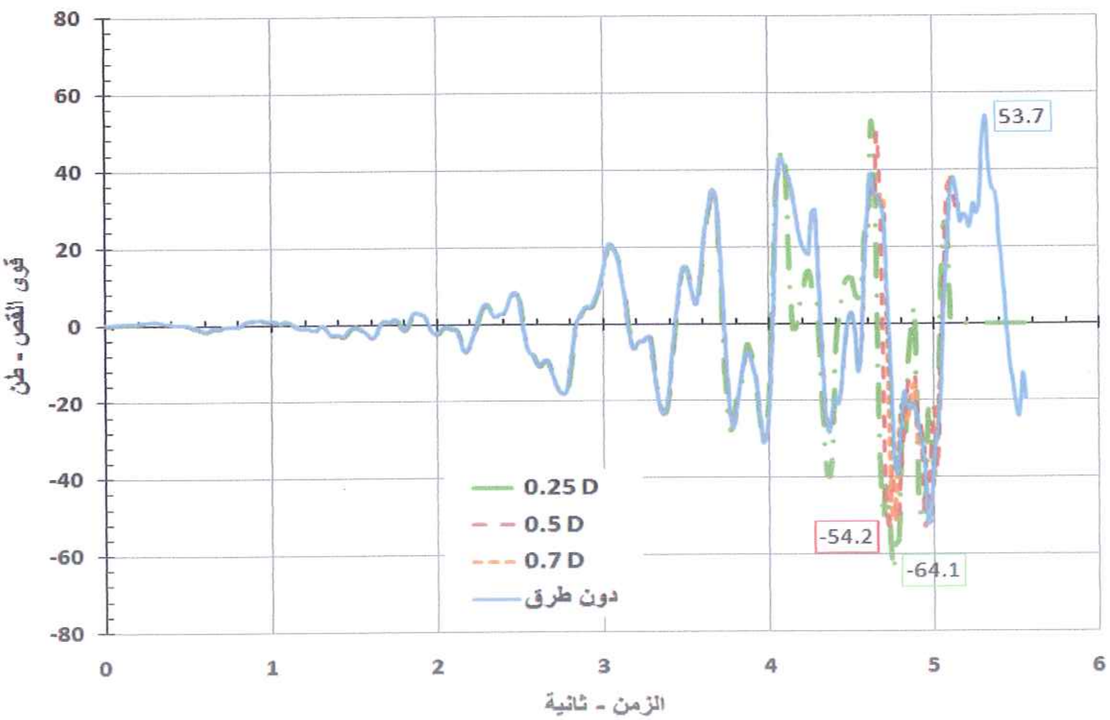
4-6-3 حالة الطرق للنموذجين B1-B5 بتطبيق سجل Northridge :

ندرس في هذه الحالة نموذجين لهما نفس الكتلة ويوجد بينهما فرق كبير بالصلابة حيث تبلغ نسبة دوري النموذجين T1/T2 = 2 وذلك حسب الشكل (4-18) بتطبيق سجل Northridge و مقارنة

قوى القص القاعدي الكلي قبل و بعد الطرق نلاحظ انه عند عرض فاصل 0.5D تنتج زيادة طفيفة 5% في قوى القص نتيجة الطرق وعند عرض فاصل 0.25D تصل الزيادة إلى 20% وذلك حسب الشكل (4-19).



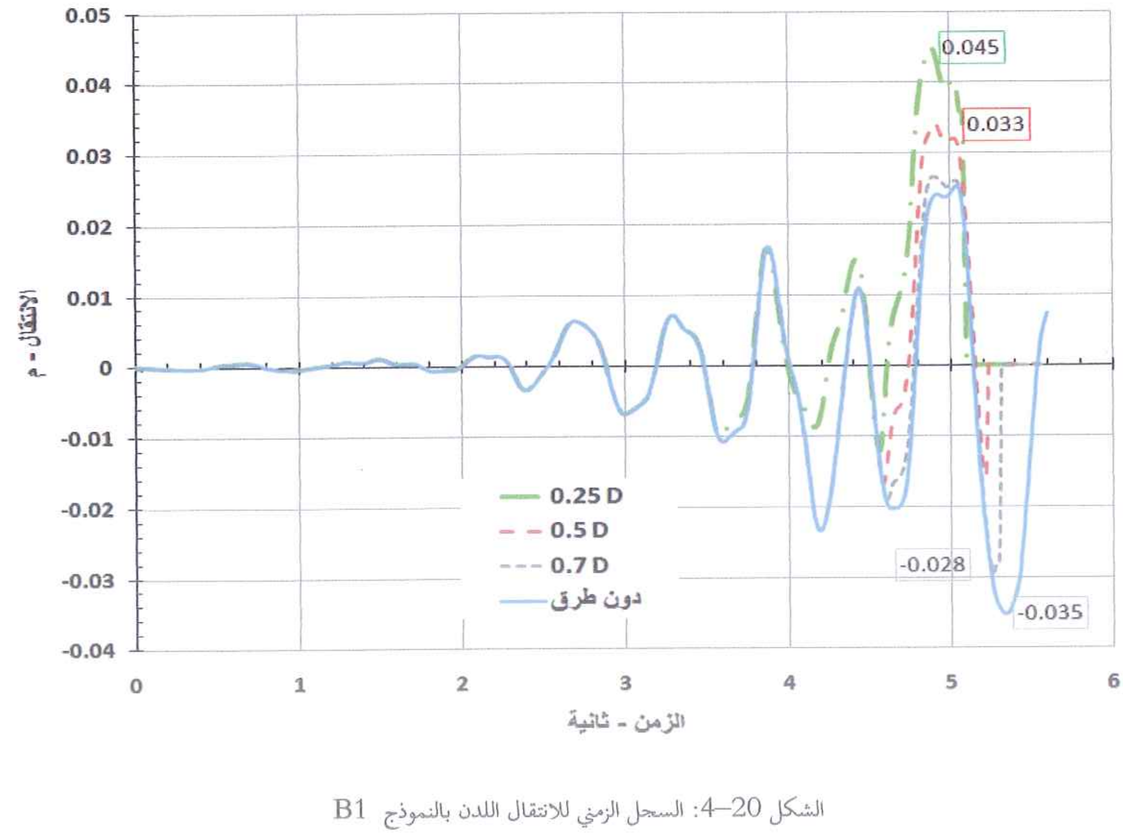
الشكل 18–4: حالة الطرق لنموذجين B1-B5



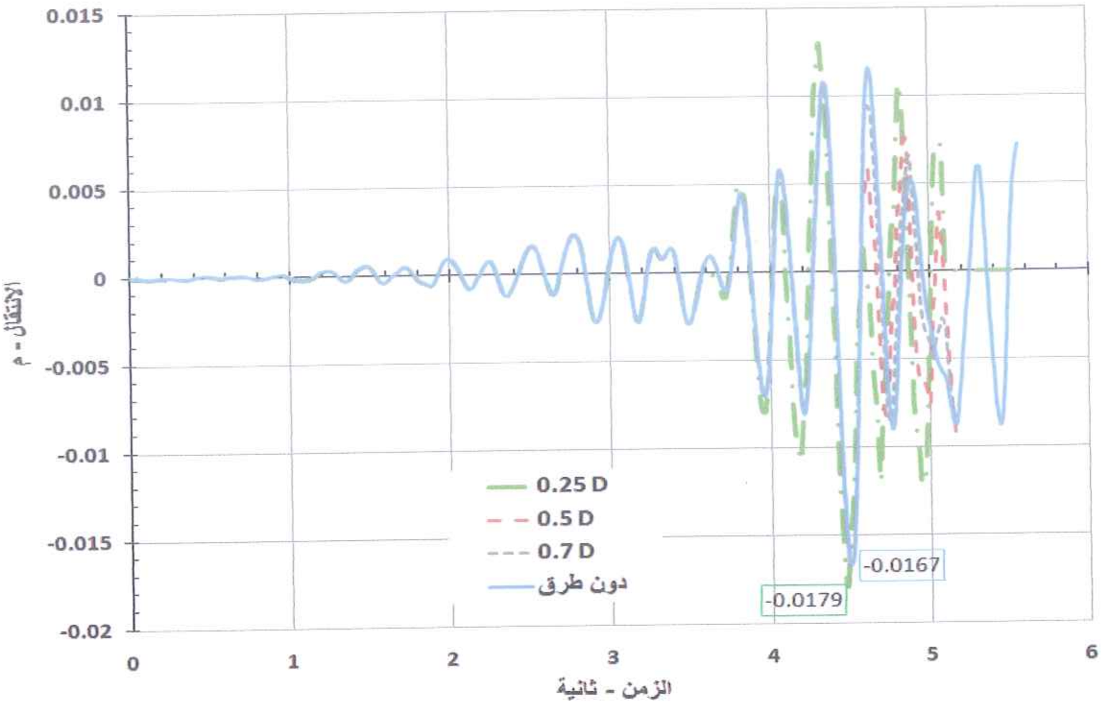
الشكل 19–4: السجل الزمني لقوى القص بالنموذج B1

أما بالنسبة للانتقالات يوضح الشكل (4-20) قيمة لانتقال الاعظمي بالنموذج B1 بدون طرق هي 3.5 سم نلاحظ من الشكل أن اكبر زيادة بالانتقال نتيجة الطرق هي عند عرض فاصل 0.25D حيث تصل قيمة الانتقال اللدن الى 4.45 سم حيث تصل الزيادة الى 30% بينما عند عرض فاصل 0.5D يكون الانتقال 3.3 سم و في حال عرض الفاصل 0.7D يكون الانتقال 2.8 سم ونتيجة اختلاف الصلابة للنموذجين تكون الزيادة بالانتقال للنموذج B1 ذي الصلابة الاقل اكبر من النموذج B5 حيث الانتقال اللدن في النموذج B5 عند عرض فاصل 0.25D هو 1.79 سم أما في حال عدم وجود طرق فيكون الانتقال 1.67 سم وذلك حسب الشكل (4-21)أي بنسبة زيادة 7% .

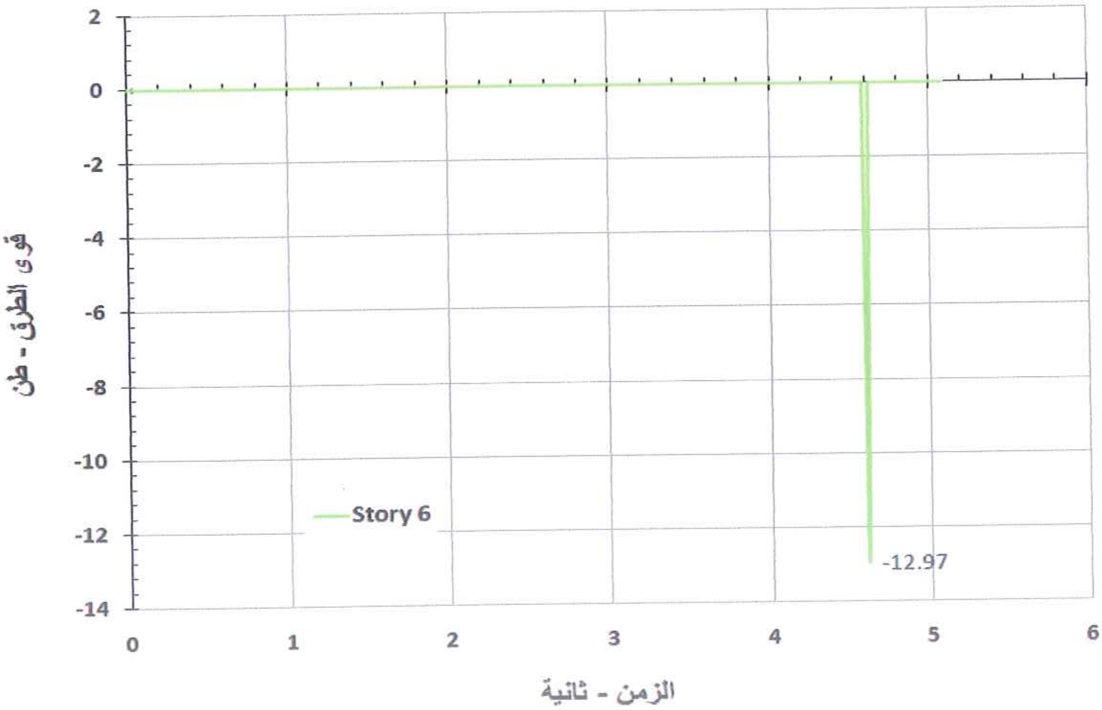
أما بالنسبة لقوى الطرق نجد أنه بتصغير عرض الفاصل يزداد احتمال حدوث الطرق كما يزداد عدد مرات الطرق وعدد الطوابق المعرضة للطرق و قوى الطرق أيضا حيث عند عرض فاصل 0.7D بلغت قوى الطرق بين النموذجين 12 طن و عند عرض فاصل 0.5D كانت قوى الطرق 85 طن و عند عرض 0.25D أصبحت قوى الطرق الاعظمية 113 طن و ذلك حسب الأشكال (4-22/4-23/4-24)



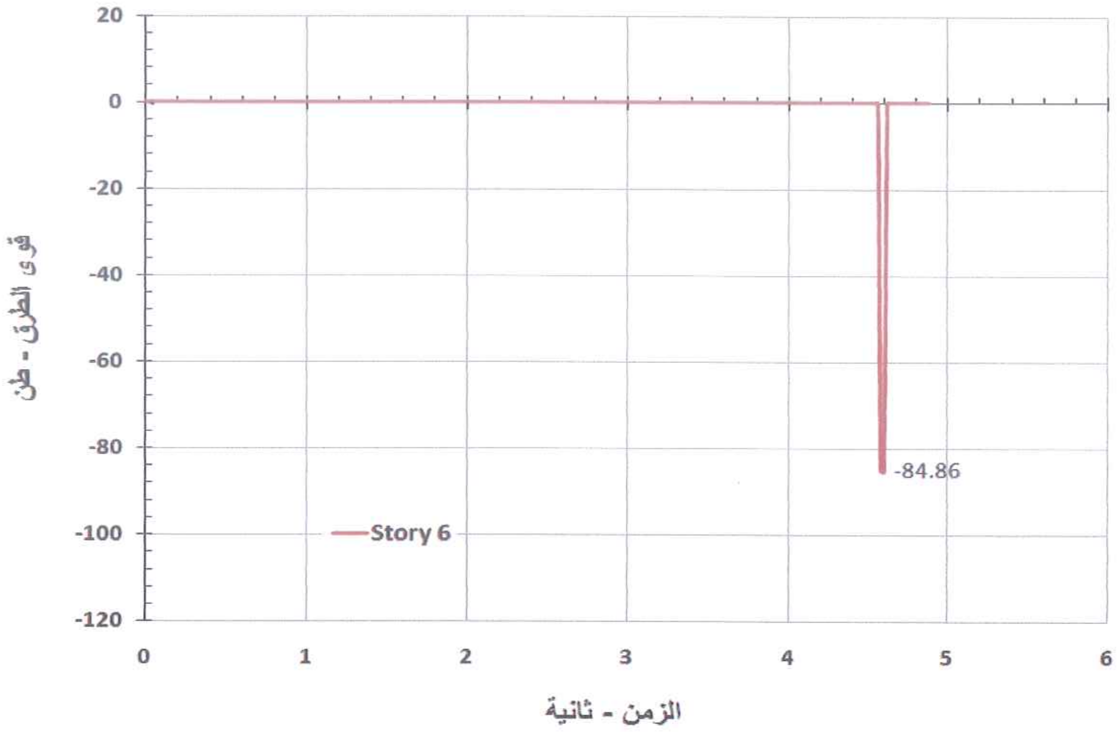
الشكل 4–20: السجل الزمني للانتقال اللدن بالنموذج B1



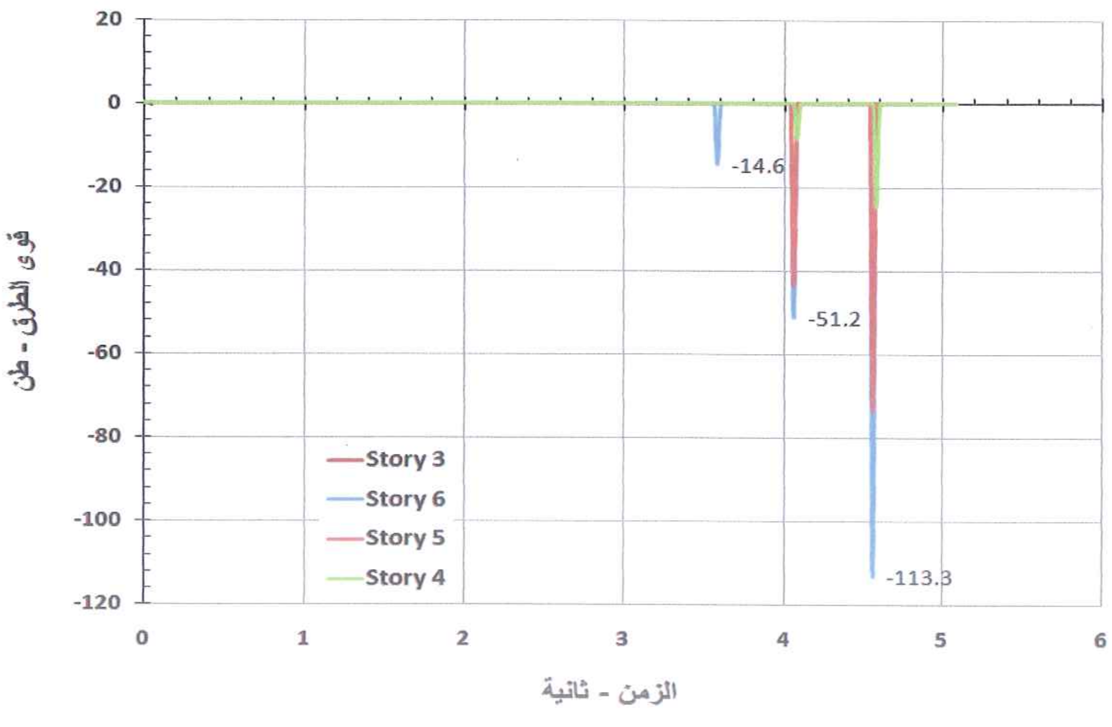
الشكل 21–4: السجل الزمني للانتقال اللدن بالنموذج B5



الشكل 22–4: قوى الطرق بين النموذجين B1–B5 عند عرض فاصل 0.7D

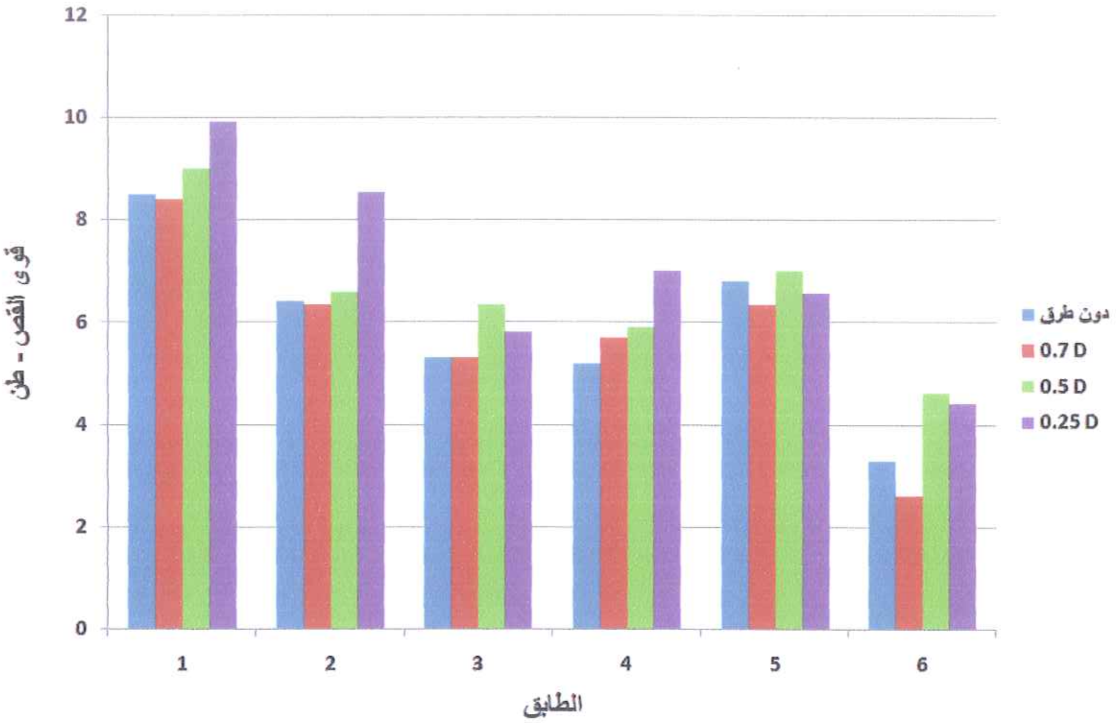


الشكل 23–4: قوى الطرق بين النموذجين B1–B5 عند عرض فاصل 0.5D

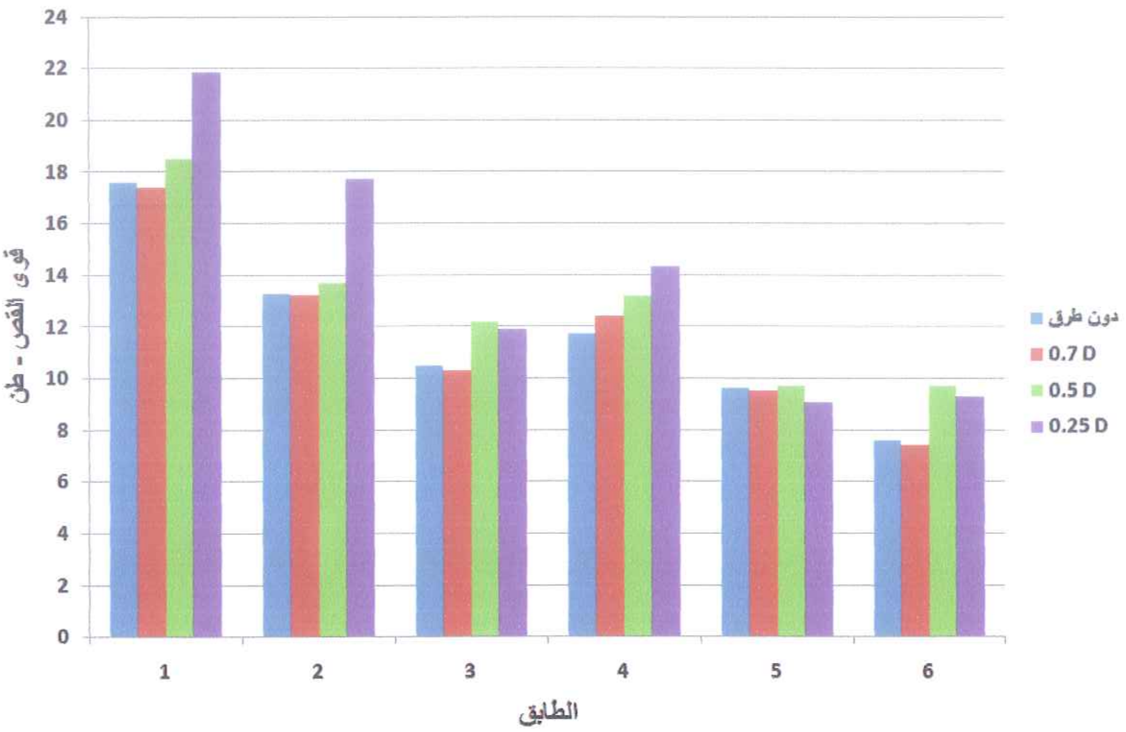


الشكل 24–4: قوى الطرق بين النموذجين B1–B5 عند عرض فاصل 0.25D

يشترط الكود العربي السوري زيادة قوة القص القاعدي الكلية في حال تخفيض قيمة عرض الفاصل وبالتالي زيادة قوى القص بكل الطوابق بنفس النسبة نوضح بهذه الفقرة أن الزيادة بقوى القص نتيجة الطرق هي غير منتظمة على كافة الطوابق حيث نلاحظ انه لحالة النموذجين B5-B1 وعند عرض فاصل 0.25D أن الزيادة بالطوابق 1-2-6 هي اكبر منها لطوابق 3-5 وذلك لأعمدة الصف الأول (عند منطقة الطرق) حسب الشكل(25-4) و الصف الثاني (المحاور للصف الأول) حسب الشكل(26-4) من النموذج B1 وعند عرض فاصل 0.5D نجد أكبر زيادة بالطابق الأخير .

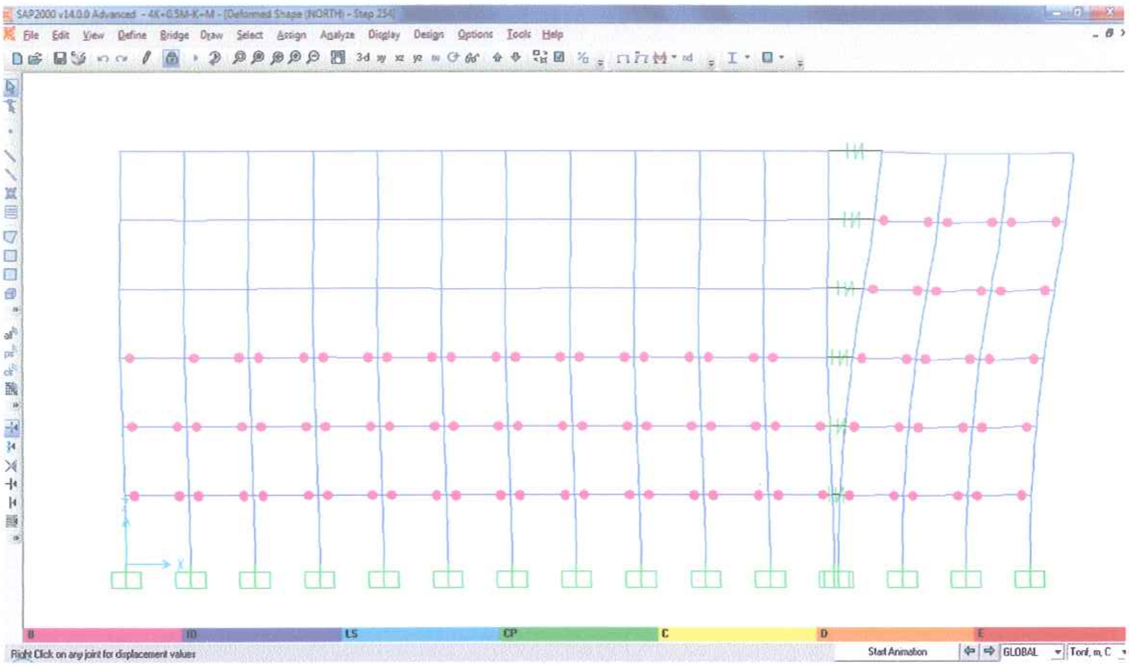


الشكل 25–4: قوى القص الاعظمية في أعمدة الصف الأول لنموذج B1

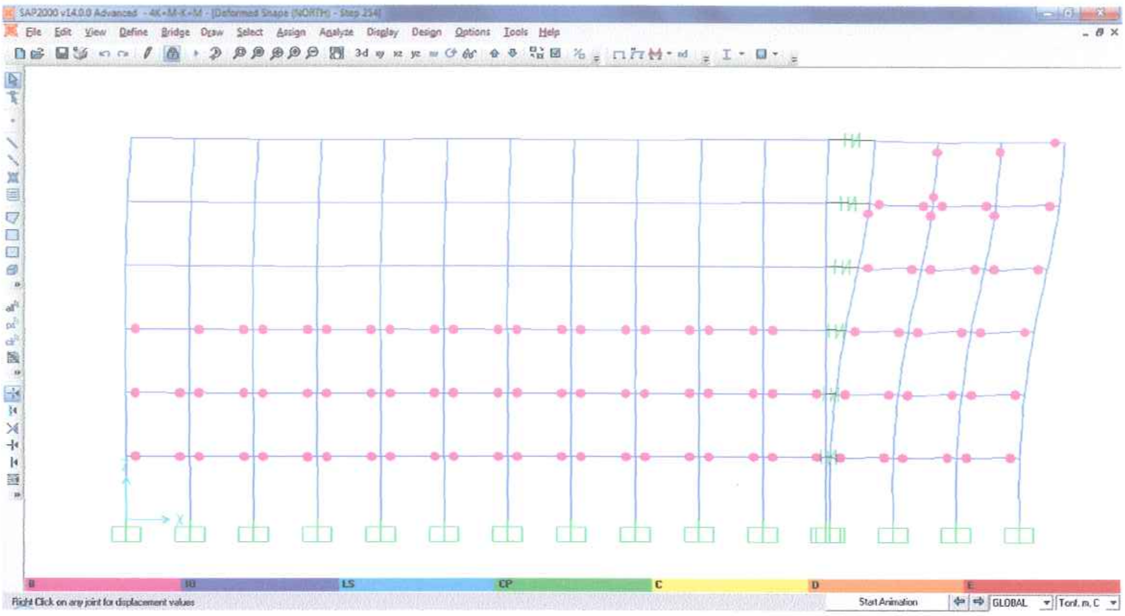


الشكل 26–4: قوى القص الاعظمية في أعمدة الصف الأول لنموذج B1

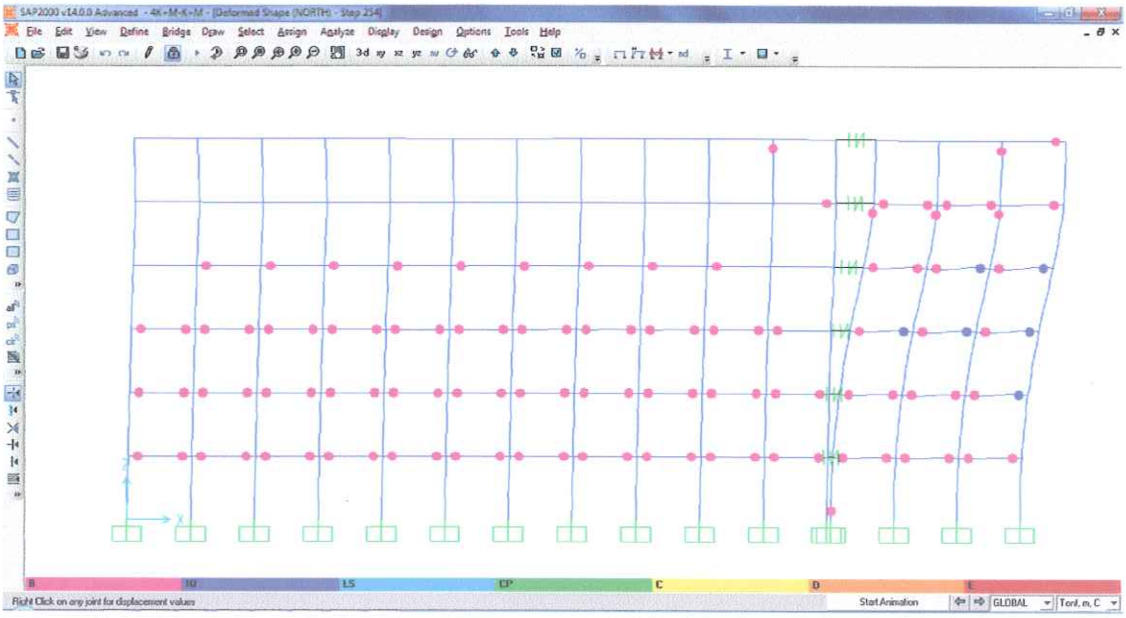
يختلف توزع ميكانزم الانهيار وتوزع المفاصل اللدنة للإطارات البيتونية نتيجة الطرق ويختلف التوزع أيضا حسب عرض الفاصل حيث يوضح الشكل (4-27) توزع المفاصل لنموذجين B1-B5 في حال عدم حدوث طرق عند اللحظة 5.08 ويوضح الشكل (4-28) توزع المفاصل اللدنة عند عرض فاصل 0.5D حيث تشكل دورانات كبيرة للمفاصل اللدنة بأعلى أعمدة الطابق السادس و الخامس للنموذج B1 وذلك أيضا عند اللحظة 5.08 وفي حال عرض فاصل 0.25D عند نفس اللحظة نلاحظ تشكل دورانات كبيرة للمفاصل اللدنة في جوائز الطابق الثالث و الرابع بالاضافة لأعمدة الطابق السادس و الخامس و أسفل أحد أعمدة الطابق الأول و ذلك حسب الشكل (4-29)



الشكل 27–4: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين B1–B5 عند عرض فاصل 0.25D



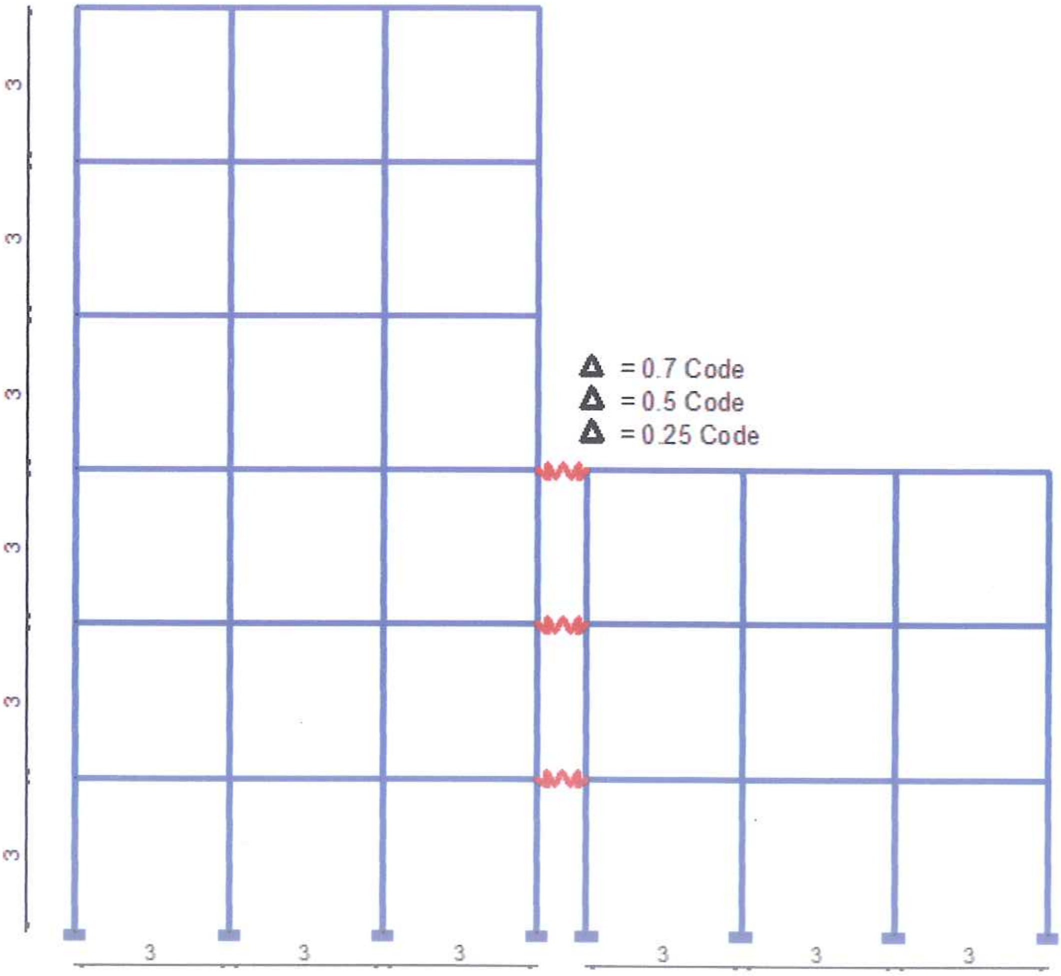
الشكل 4–28: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين B1–B5 عند عرض فاصل 0.5D



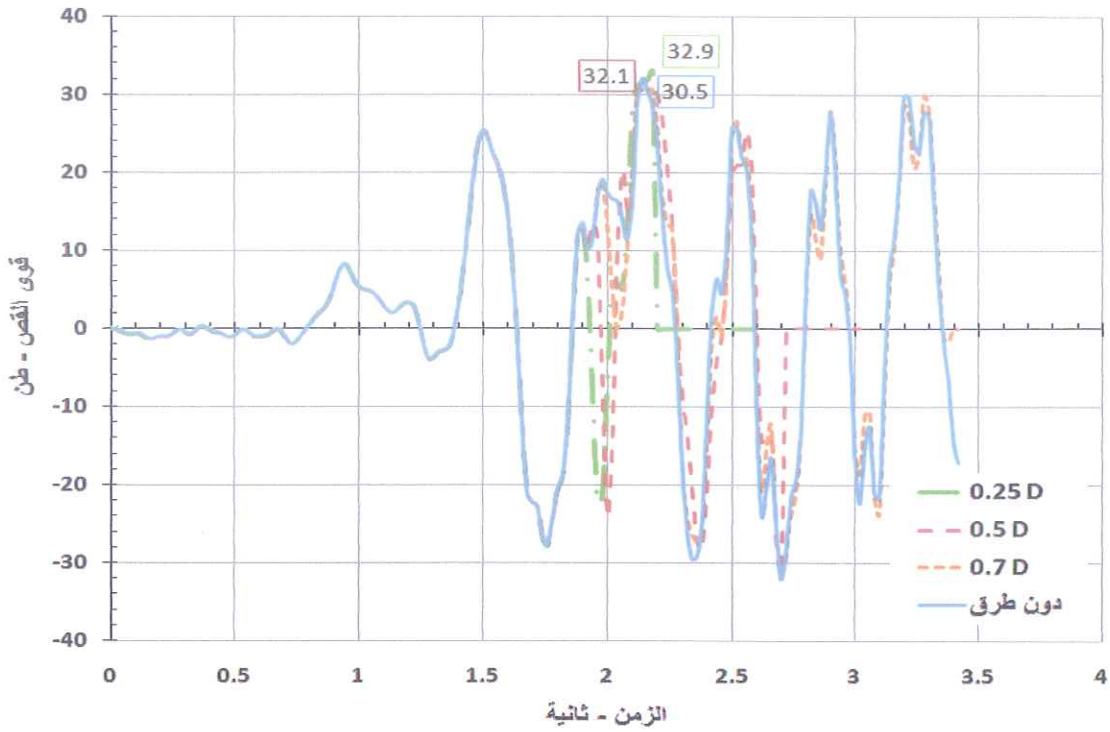
الشكل 4–29: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين B1–B5 عند عرض فاصل 0.25D

4-6-4- حالة الطرق للنموذجين A1-B1 بتطبيق سجل Elcentro :

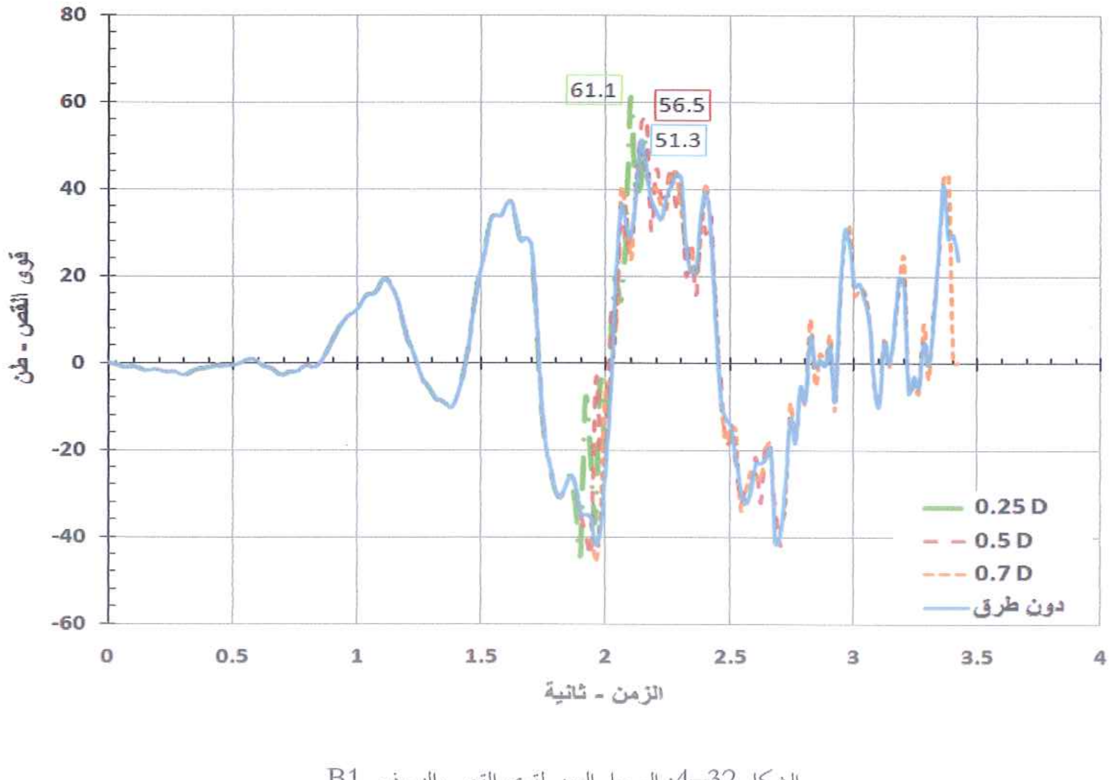
النموذج A1 مؤلف من ثلاثة طوابق و النموذج B1 مؤلف من ستة طوابق وذلك حسب الشكل (4-30) نجد زيادة طفيفة بقوى القص الكلية نتيجة الطرق تصل إلى 6% حيث يوضح الشكل (4-31) أن قوة القص الكلية الاعظمية في النموذج A1 قبل الطرق 30 طن و نتيجة الطرق عند عرض فاصل 0.5D هي 31 طن أما عند عرض فاصل 0.25D فتكون قوة القص 33 طن أما النموذج B1 فتصل الزيادة بقوى القص الكلية الى 20% فنلاحظ بالشكل (4-32)ان قوة القص الكلية الاعظمية في النموذج B1 قبل الطرق 51 طن و نتيجة الطرق عند عرض فاصل 0.5D هي 57 طن أما عند عرض فاصل 0.25D فتكون قوة القص 62 طن .



الشكل 4-30: حالة الطرق لنموذجين A1-B1

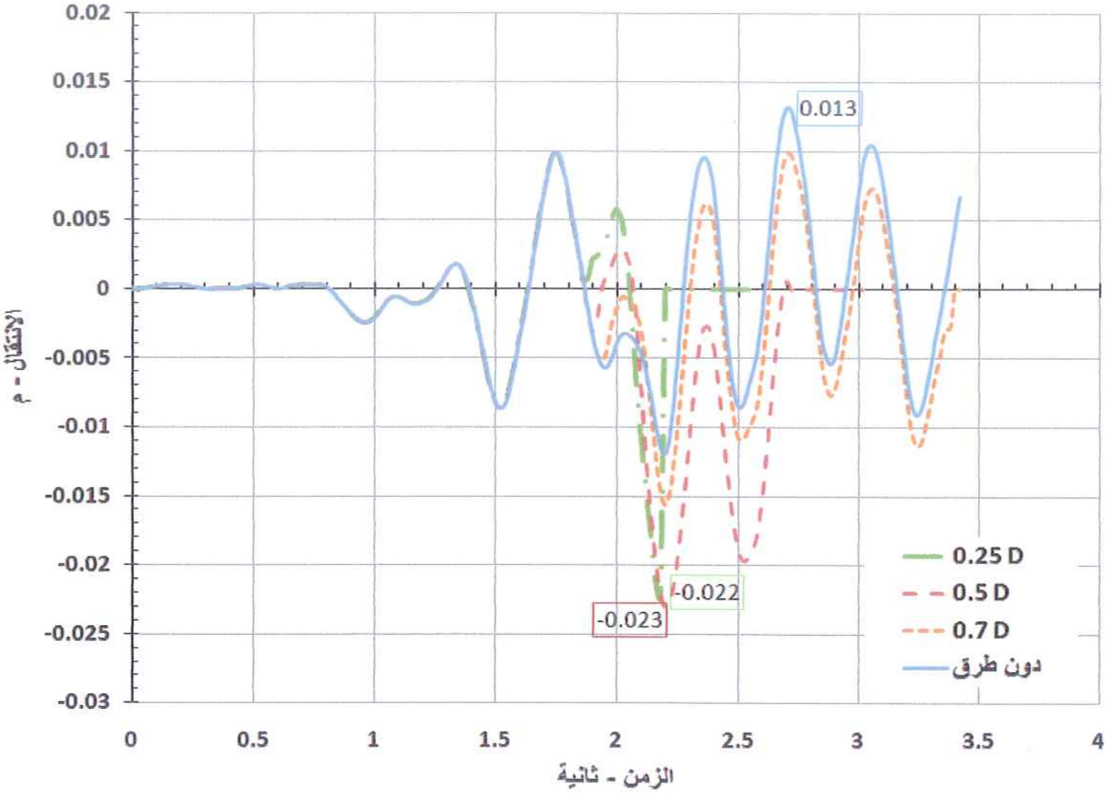


الشكل 31–4: السجل الزمني لقوى القص بالنموذج A1



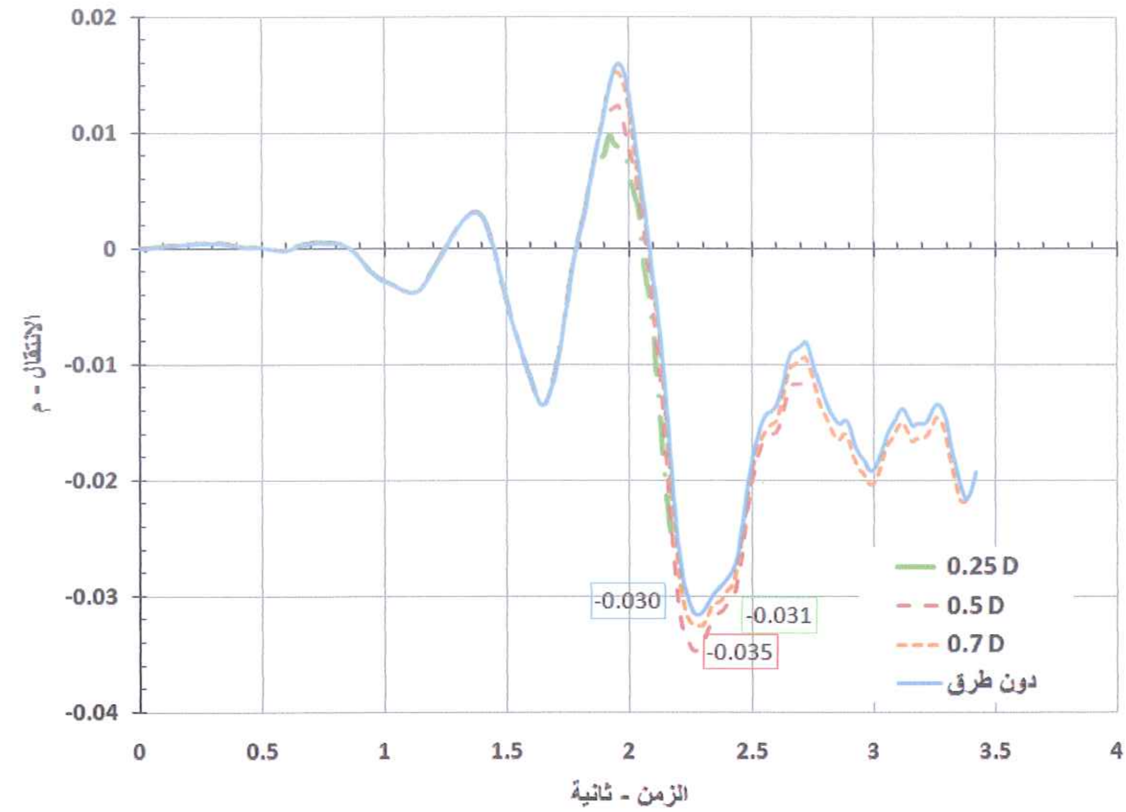
الشكل 32–4: السجل الزمني لقوى القص بالنموذج B1

إن زيادة الانتقال في النموذج A1 تصل إلى 30% بينما في النموذج B1 تصل الزيادة بالانتقال إلى 10% حيث يوضح الشكل (4-33) قيم الانتقالات للنموذج A1 قبل و بعد الطرق حيث قيمة الانتقال اللدن الاعظمي قبل الطرق 3 سم وبعد الطرق تصل قيمة الانتقال إلى 4 سم عند عرض 0.25D و يوضح الشكل (4-34) الانتقالات بالنموذج B1 حيث قيمة الانتقال اللدن الاعظمي قبل الطرق 3 سم وبعد الطرق تصل قيمة الانتقال إلى 4 سم عند عرض 0.25D .

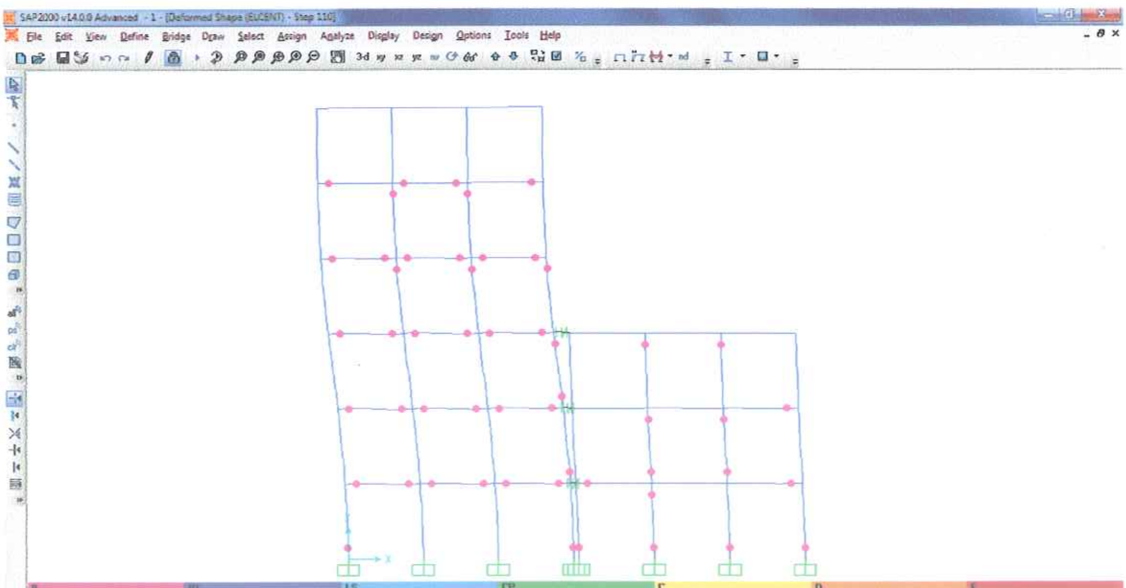


الشكل: 33-4 السجل الزمني للانتقال اللدن بالنموذج A1

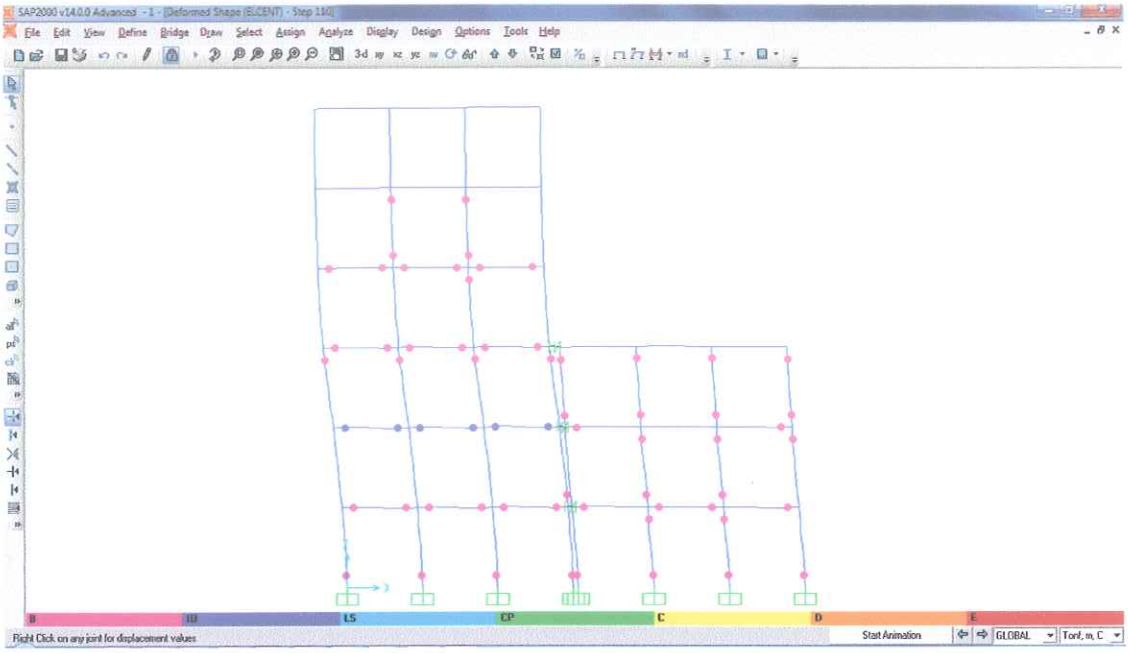
يختلف توزع المفاصل اللدنة نتيجة الطرق حيث يوضح الشكل (4-35) توزع المفاصل لنموذجين A1-B1 في حال عدم حدوث طرق و يوضح الشكل (4-36) توزع المفاصل اللدنة عند عرض فاصل 0.5D حيث تشكل دورانات كبيرة للمفاصل اللدنة بأعلى وأسفل أعمدة الطابق الأخير في النموذج A1 أما في النموذج B1 فتتشكل دورانات في جوائز وأعمدة الطابق الثاني و الثالث و الرابع و كذلك الحال عند عرض فاصل 0.25D بالاضافة الى زيادة الدورانات للمفاصل اللدنة بأسفل أعمدة الطابق الأول وذلك حسب الشكل (4-37)



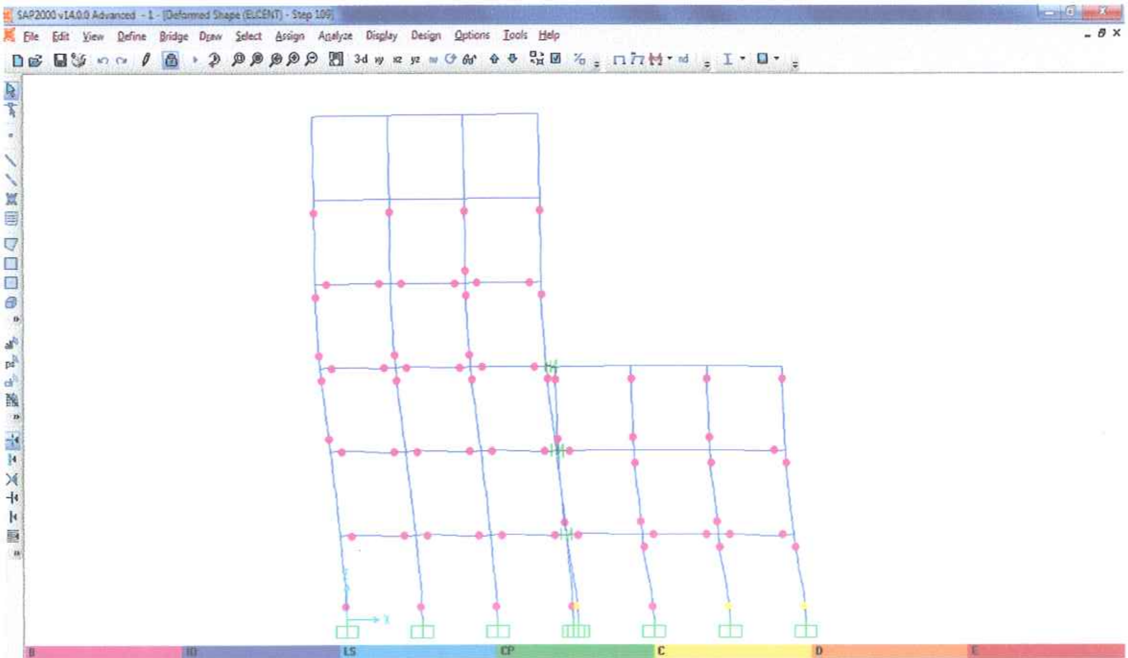
الشكل 4–34: السجل الزمني للانتقال اللدن بالنموذج B1



الشكل 4–35: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين A1–B1 عند عدم حدوث الطرق

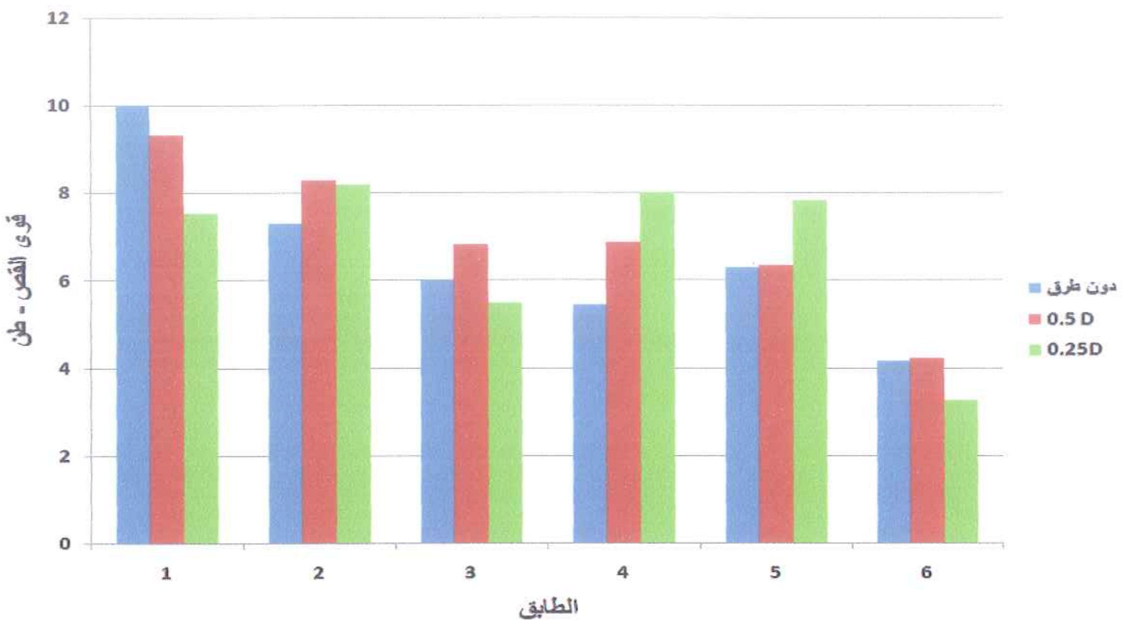


الشكل 36–4: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين A1–B1 عند عرض فاصل 0.5D

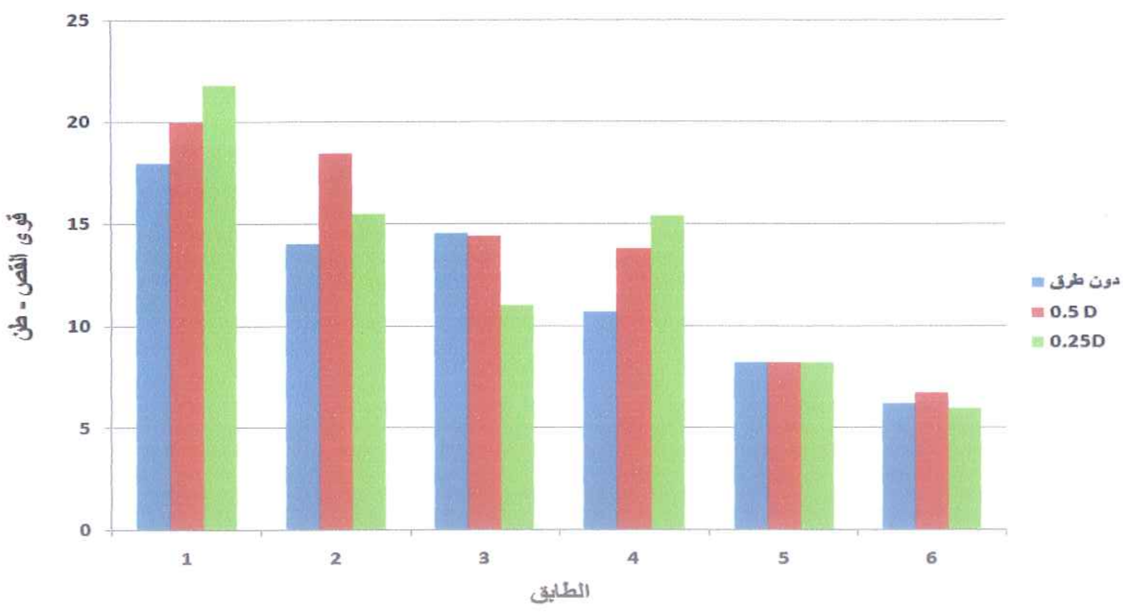


الشكل 37–4: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين A1–B1 عند عرض فاصل 0.25D

يوضح الشكل(4-38) أن أكبر زيادة بقوى القص الأعظمية بالطوابق بالنسبة لأعمدة الصف الثاني هي بالطوابق الأول و الثاني و الرابع أما أعمدة الصف الأول فأكبر زيادة هي بالطابق الرابع حسب الشكل (4-39)



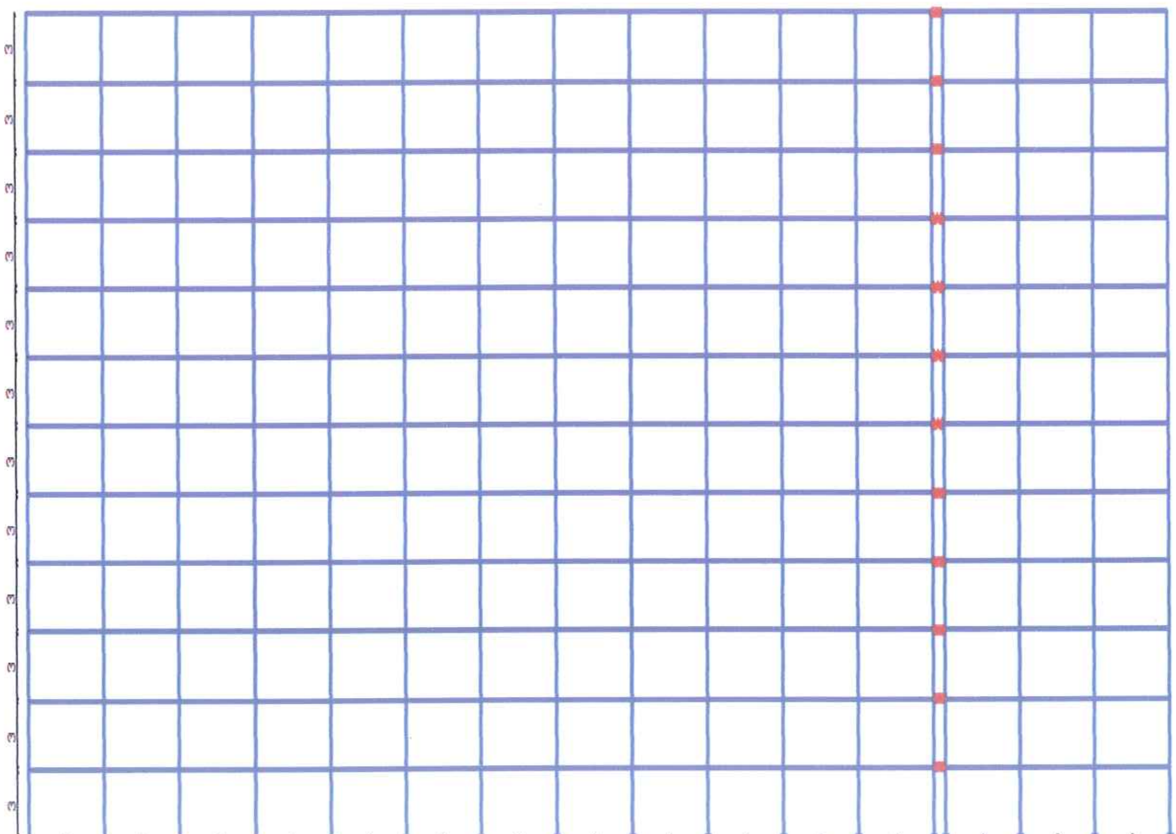
الشكل 38–4: قوى القص الاعظمية في أعمدة الصف الأول لنموذج B1



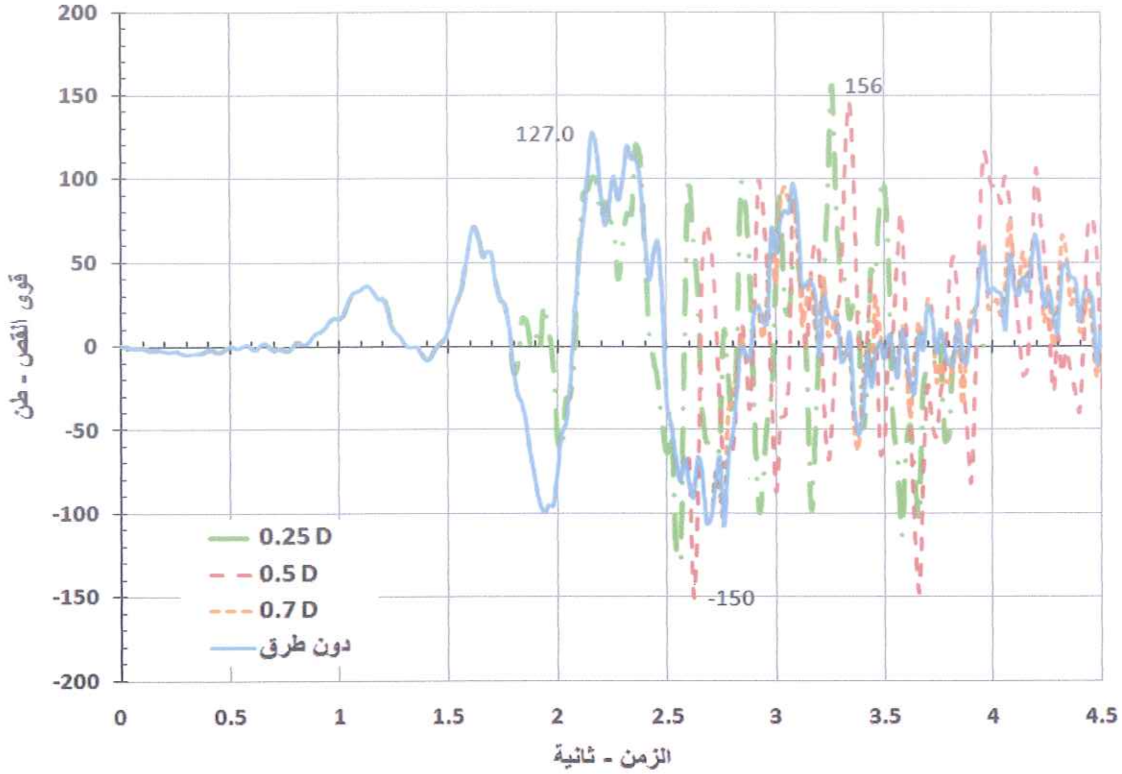
الشكل 39–4: قوى القص الاعظمية في أعمدة الصف الثاني لنموذج B1

4-6-5 حالة الطرق للنموذجين C1-C6 بتطبيق سجل Elcentro :

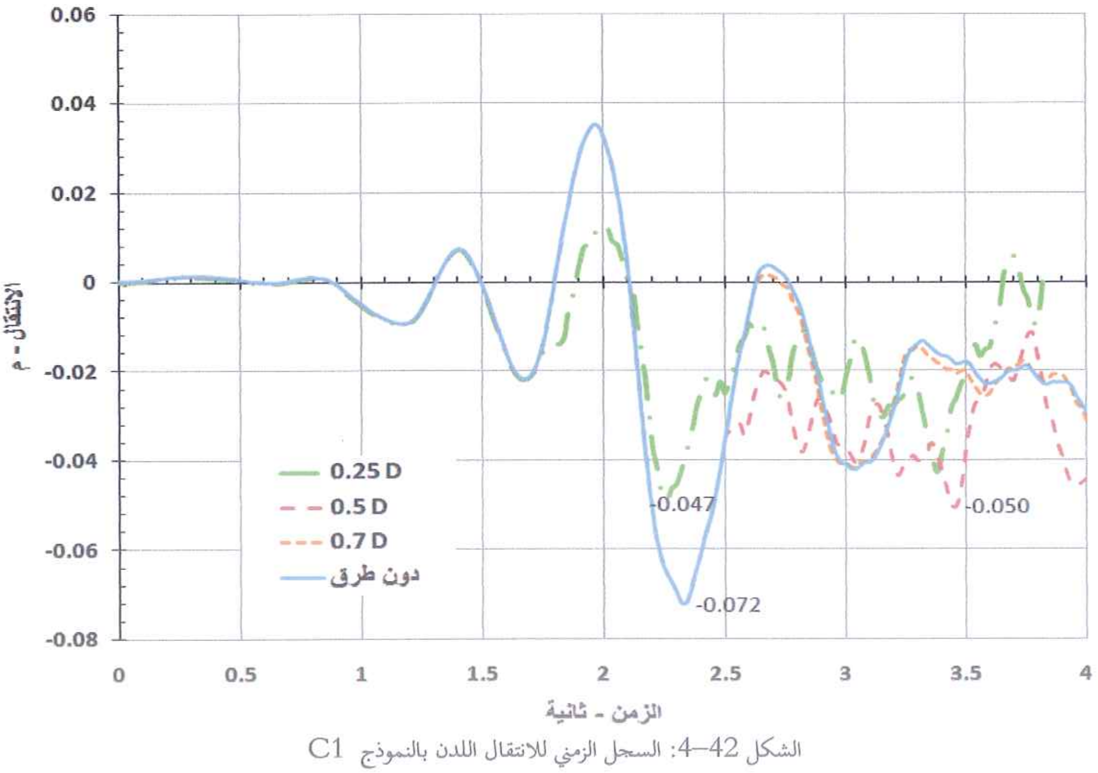
النموذجين لهما نفس الارتفاع وهناك اختلاف بالدورين حيث T1/T2 = 2.8 وذلك حسب الشكل (4-40) نلاحظ ان هناك زيادة بقوى القص نتيجة الطرق تصل الى 20% حيث يوضح الشكل(4-41) ان قوة القص الكلية الاعظمية في النموذج C6 قبل الطرق 127 طن و عند عرض فاصل D 0.5 هي 150 طن أما عند عرض فاصل 0.25D فتكون قوة القص 156 طن أما بالنسبة للانتقالات فنلاحظ بالشكل (4-42) نقصان قيم الانتقالات بشكل كبير نتيجة الطرق ففي حال عدم وجود طرق كانت قيمة الانتقال اللدن 7.2 سم و عند عرض فاصل 0.25D هي 5 سم و أصغر قيمة عند عرض 0.25D بقيمة للانتقال 4.7 سم.



الشكل 40-4: حالة الطرق لنموذجين C1-C6

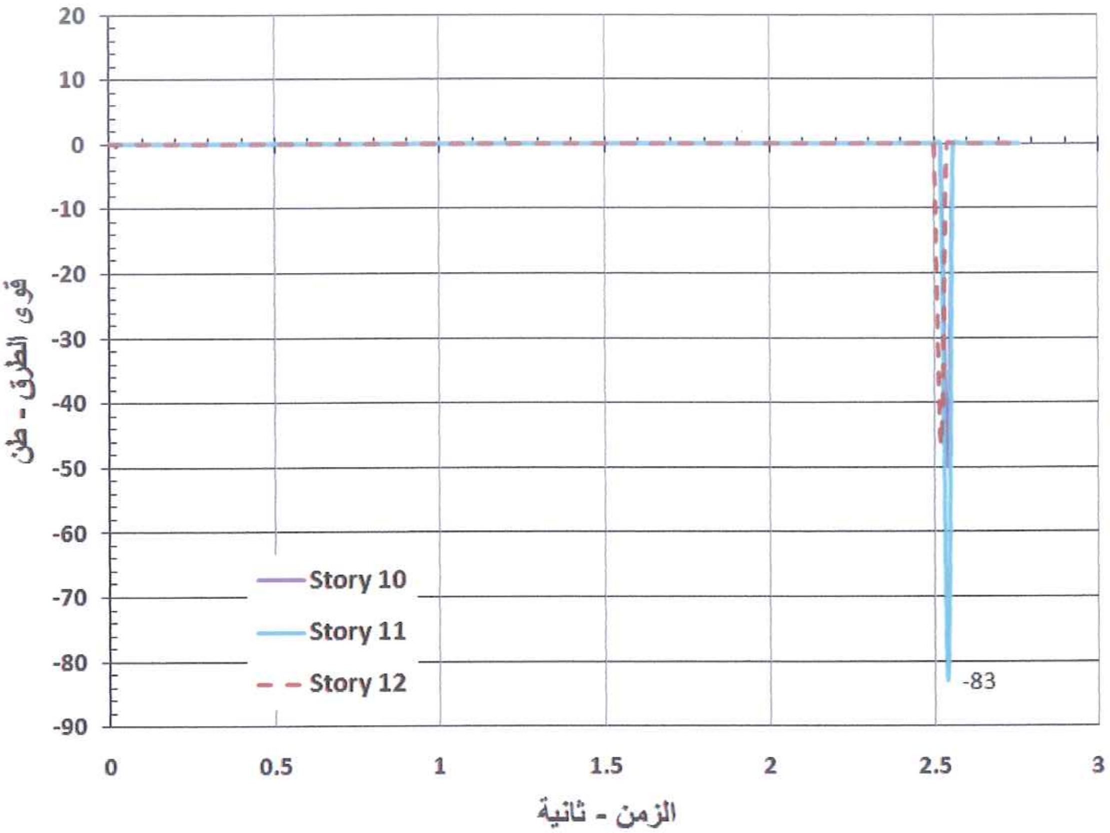


الشكل 41–4: السجل الزمني لقوى القص بالنموذج C6

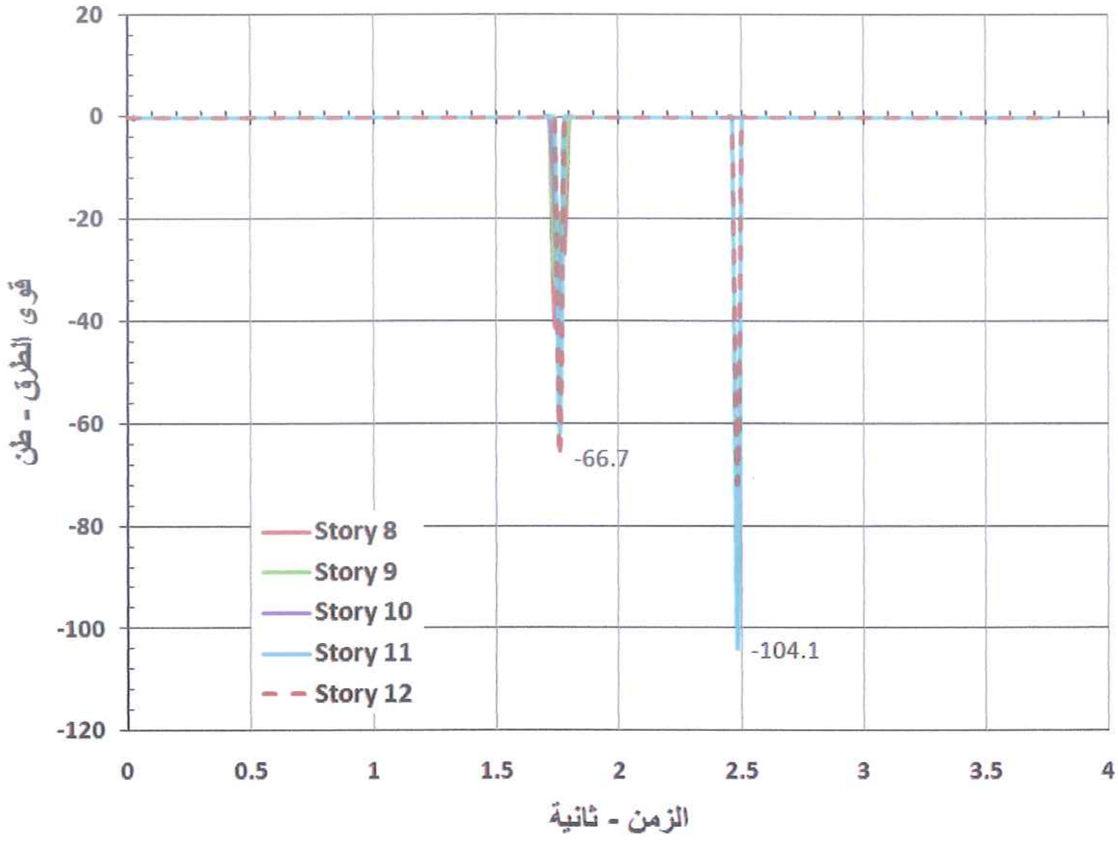


الشكل 42–4: السجل الزمني للانتقال اللدن بالنموذج C1

أما بالنسبة لقوى الطرق نجد أنه بتصغير عرض الفاصل يزداد احتمال حدوث الطرق كما يزداد عدد مرات الطرق وعدد الطوابق المعرضة للطرق و قوى الطرق أيضا حيث عند عرض فاصل عند عرض فاصل 0.5D كانت أعظم قيمة لقوى الطرق 83 طن و عند عرض 0.25D أخذت قوى الطرق قيم أكبر حيث وصلت القيم الاعظمية إلى 104 طن و ذلك حسب الأشكال (4-43/4-44/4-45)

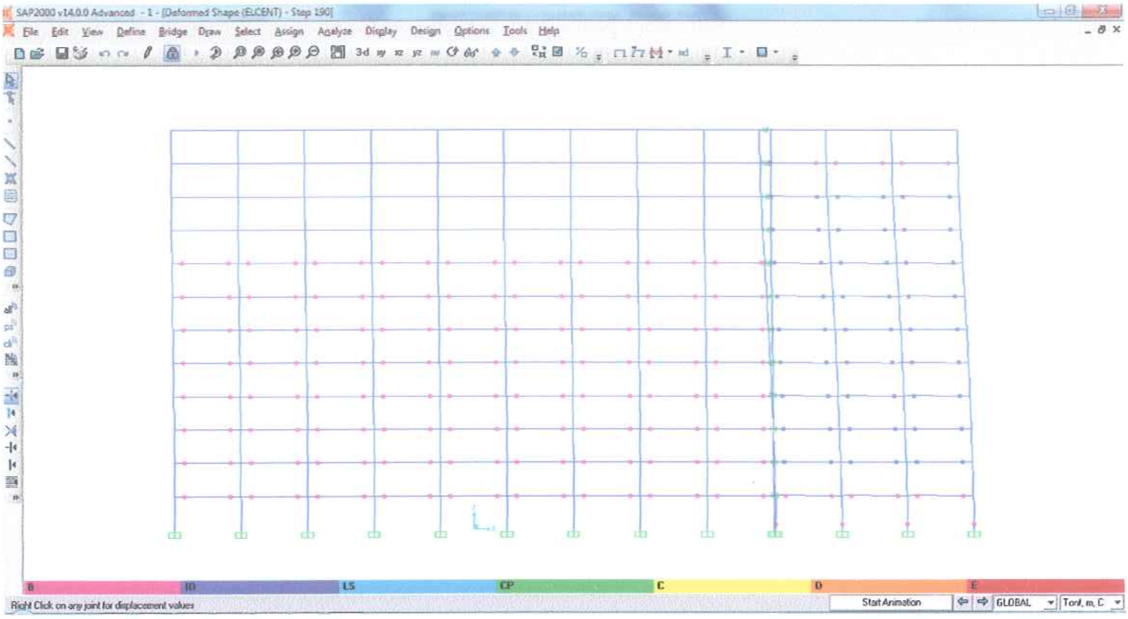


الشكل 4–43: قوى الطرق بين النموذجين C1–C6 عند عرض فاصل 0.5D

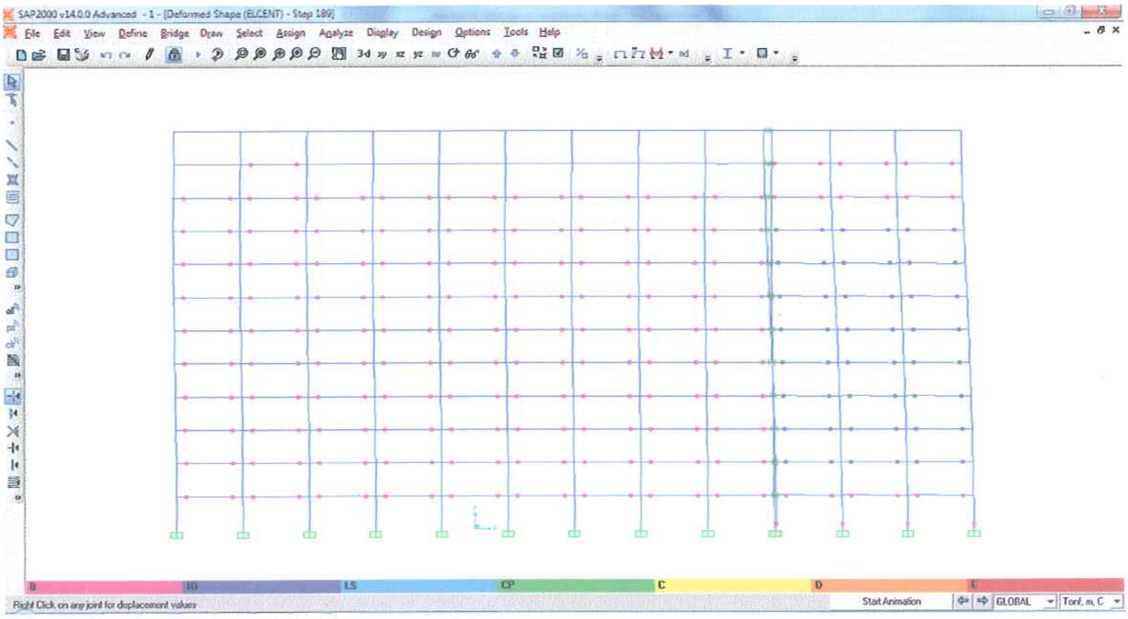


الشكل 4–45: قوى الطرق بين النموذجين C1–C6 عند عرض فاصل 0.25D

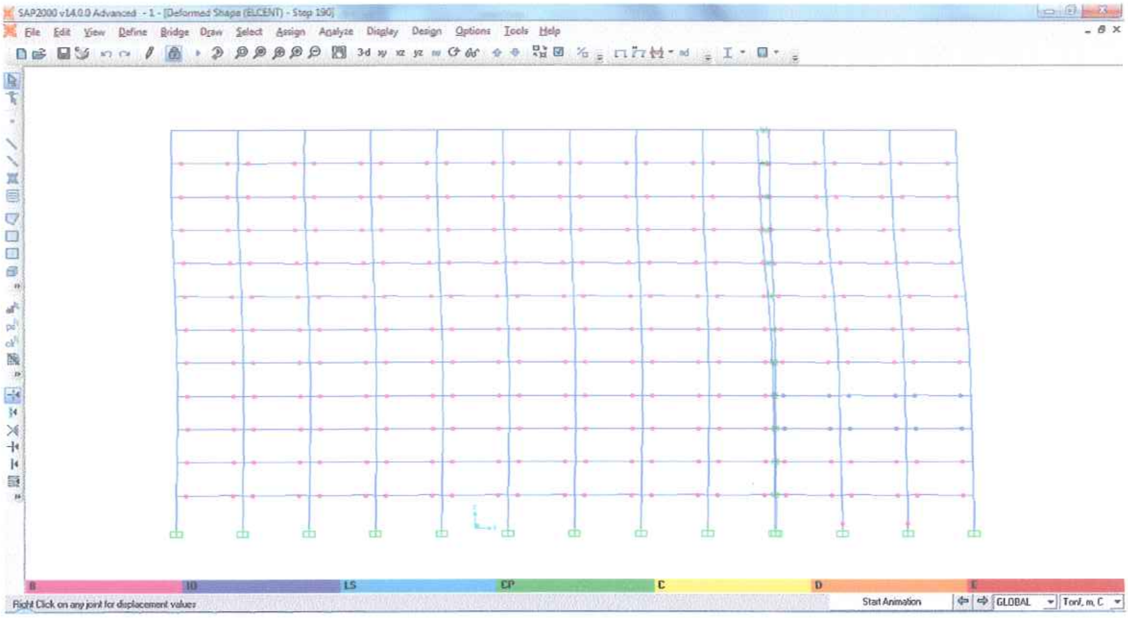
يختلف توزع المفاصل اللدنة نتيجة الطرق حيث يوضح الشكل (4-46) توزع المفاصل للنموذجين C1-C6 في حال عدم حدوث طرق و يوضح الشكل (4-47) توزع المفاصل اللدنة عند عرض فاصل 0.5D حيث تتطور دورانات المفاصل اللدنة بجوائز الطابق التاسع و العاشر في النموذج C6 وفي حال عرض فاصل 0.25D نلاحظ نشوء مفاصل جديدة في جوائز الطابق قبل الاخير للنموذج C6 وذلك حسب الشكل (4-48)



الشكل 46–4: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين C1–C6 دون حدوث طرق



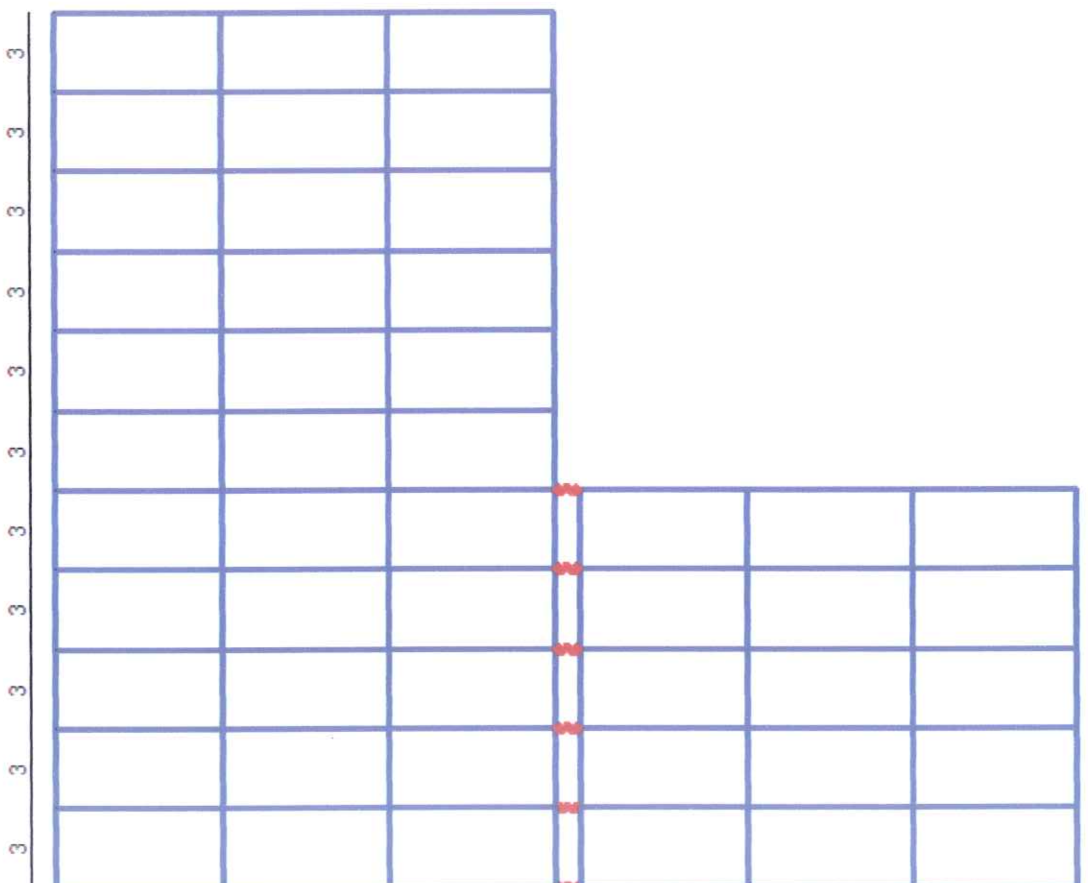
الشكل 47–4: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين C1–C6 عند عرض فاصل 0.5D



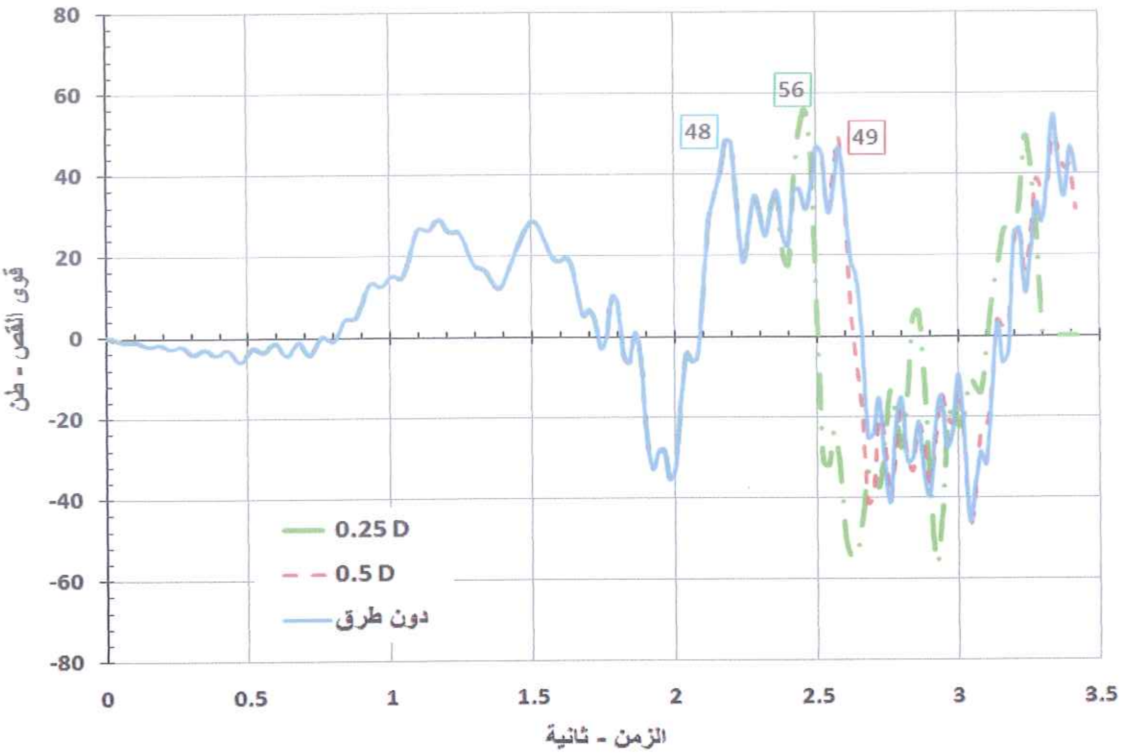
الشكل 4–48: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين C1–C6 عند عرض فاصل 0.25D

4-6-6- حالة الطرق للنموذجين B1-C1 بتطبيق سجل Elcentro :

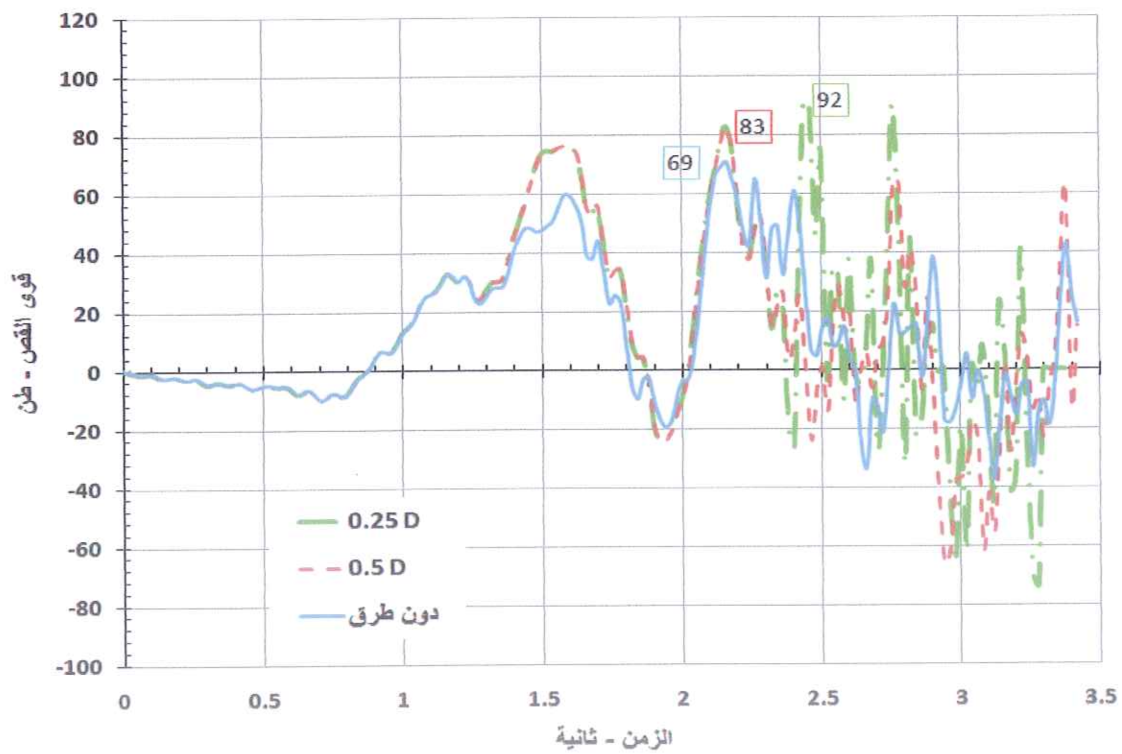
النموذج B1 مؤلف من ستة طوابق و النموذج C1 مؤلف من اثني عشرة طوابق وذلك حسب الشكل (4-49) نلاحظ ان هناك زيادة طفيفة بقوى القص الكلية نتيجة الطرق حيث يوضح الشكل (4-50) أن قوة القص الكلية الاعظمبة في النموذج B1 قبل الطرق 48 طن و نتيجة الطرق عرض فاصل 0.25D فتكون قوة القص 56 طن أما النموذج C1 فتصل الزيادة بقوى القص الكلية الى 35% فنلاحظ بالشكل (4-51) إن قوة القص الكلية الاعظمية في النموذج C1 قبل الطرق 69 طن و نتيجة الطرق عند عرض فاصل 0.5D هي 83 طن أما عند عرض فاصل 0.25D فتكون قوة القص 92 طن .



الشكل 50–4: حالة الطرق لنموذجين B1–C1

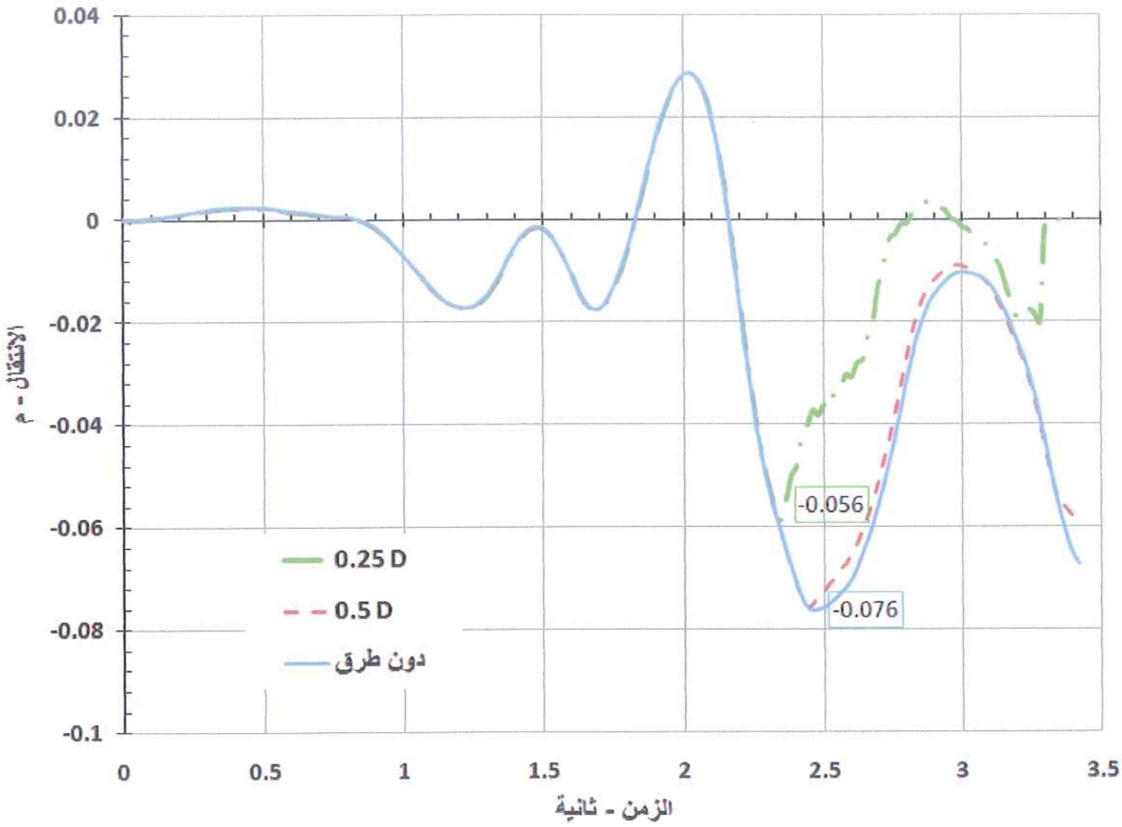


الشكل 51–4: السجل الزمني لقوى القص بالنموذج B1

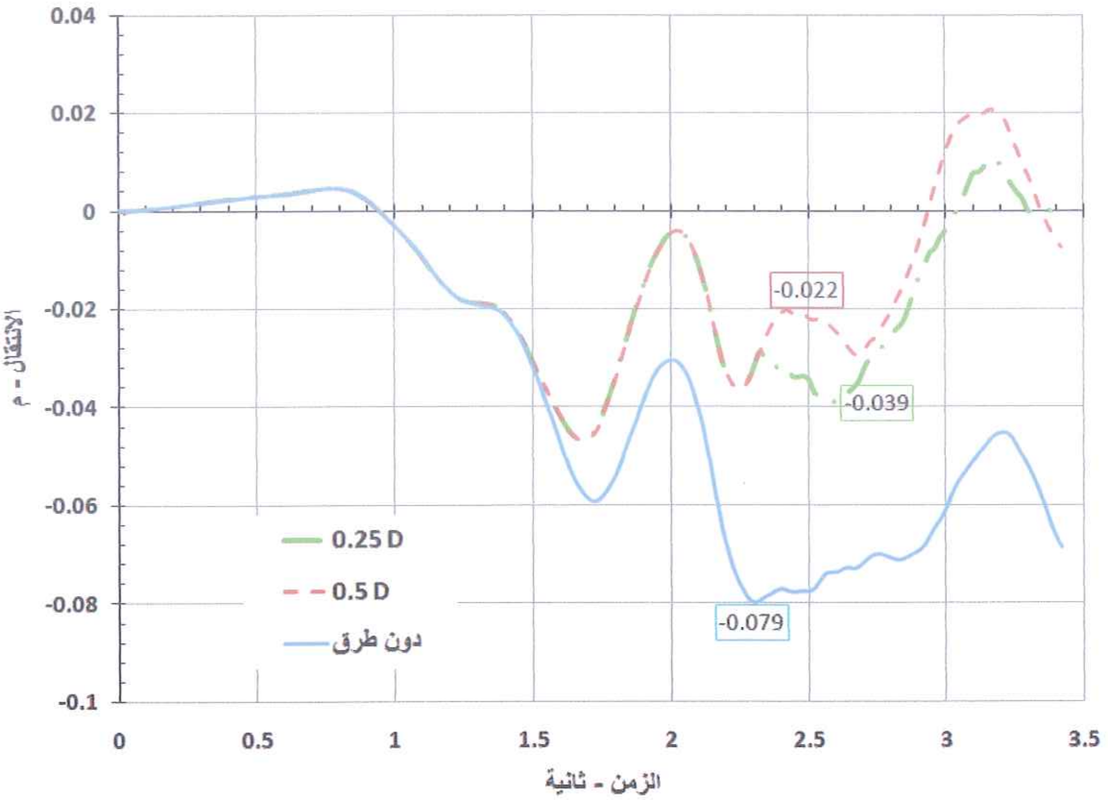


الشكل 52–4: السجل الزمني لقوى القص بالنموذج C1

إن التغير بالانتقال في النموذج B1 تصل إلى 40% بينما في النموذج C1 تصل الزيادة بالانتقال إلى 75% حيث يوضح الشكل (4-52) قيم الانتقالات للنموذج B1 قبل و بعد الطرق حيث قيمة الانتقال اللدن الاعظمي قبل الطرق 7.6 سم وبعد الطرق تصل قيمة الانتقال إلى 5.6 سم عند عرض 0.25D و يوضح الشكل (4-53) الانتقالات بالنموذج C1 حيث قيمة الانتقال اللدن الاعظمي قبل الطرق 7.9 سم وبعد الطرق تصل قيمة الانتقال إلى 2.2 سم عند عرض 0.25D .

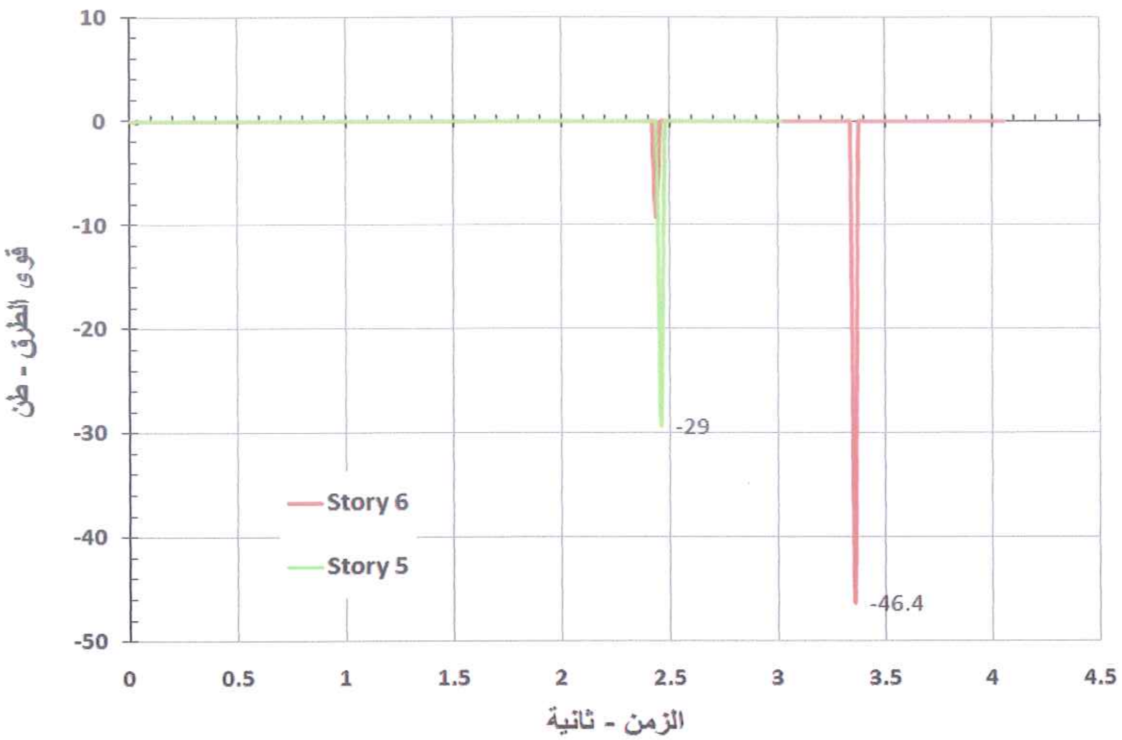


الشكل 52–4: السجل الزمني للانتقال اللدن بالنموذج B1

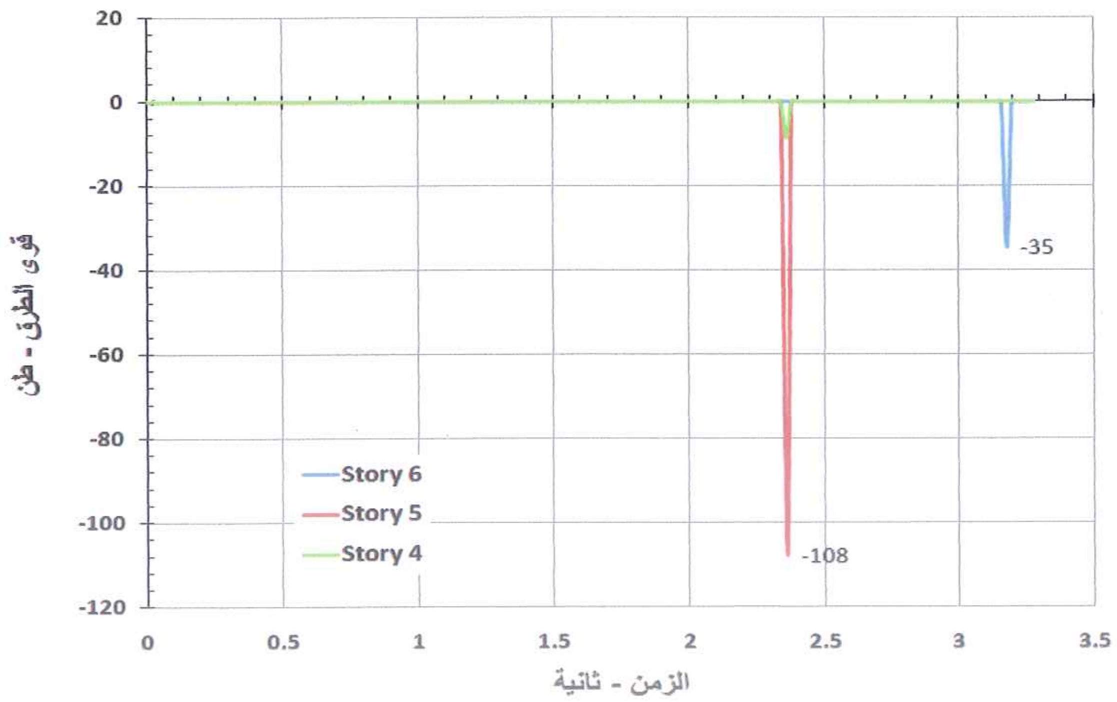


الشكل 53–4: السجل الزمني للانتقال اللدن بالنموذج C1

أما بالنسبة لقوى الطرق نجد أنه بتصغير عرض الفاصل يزداد احتمال حدوث الطرق كما يزداد عدد مرات الطرق وعدد الطوابق المعرضة للطرق حيث عند عرض فاصل 0.7D لم يحدث طرق أما عند عرض فاصل 0.5D بلغت قيمة قوى الطرق بين النموذجين 46 طن و عند عرض فاصل 0.25D كانت أعظم قيمة لقوى الطرق 108طن و ذلك حسب الأشكال (55-4 / 54-4)

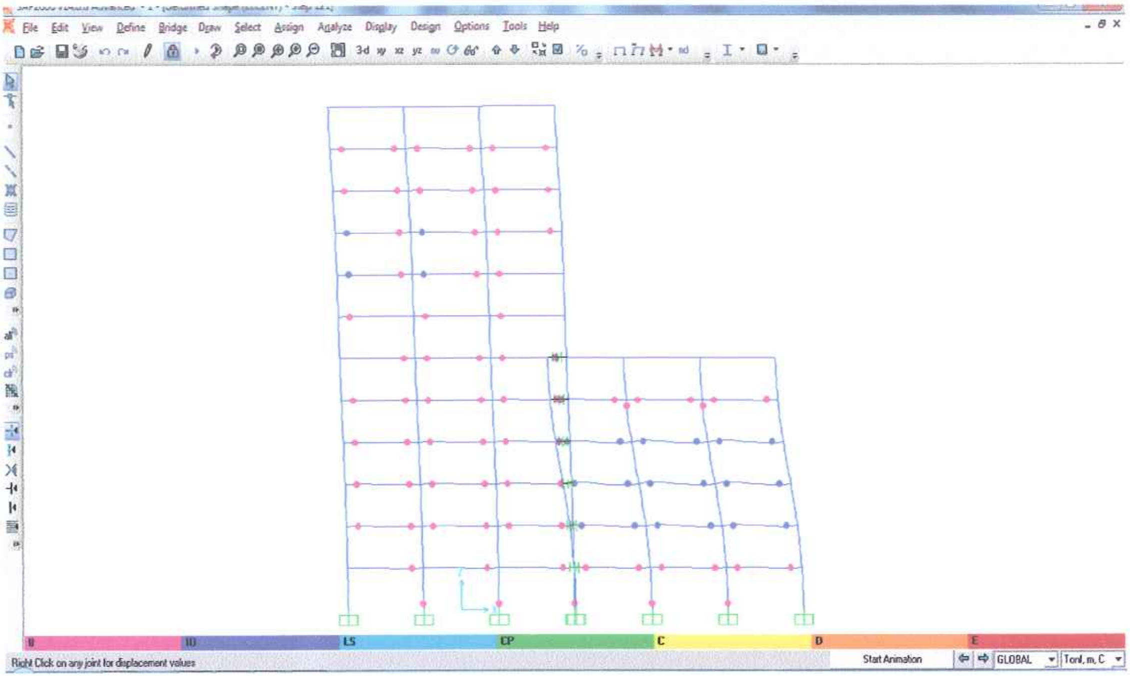


الشكل 4–54: قوى الطرق بين النموذجين B1–C1 عند عرض فاصل 0.5D

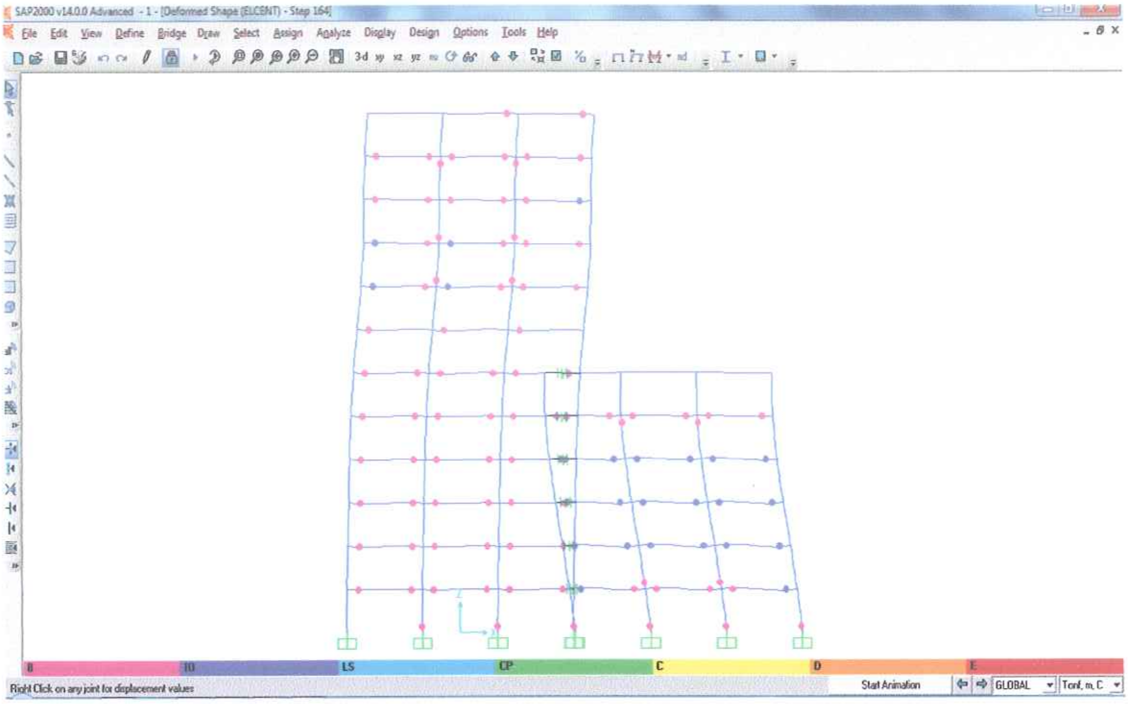


الشكل 4–55: قوى الطرق بين النموذجين B1–C1 عند عرض فاصل 0.25D

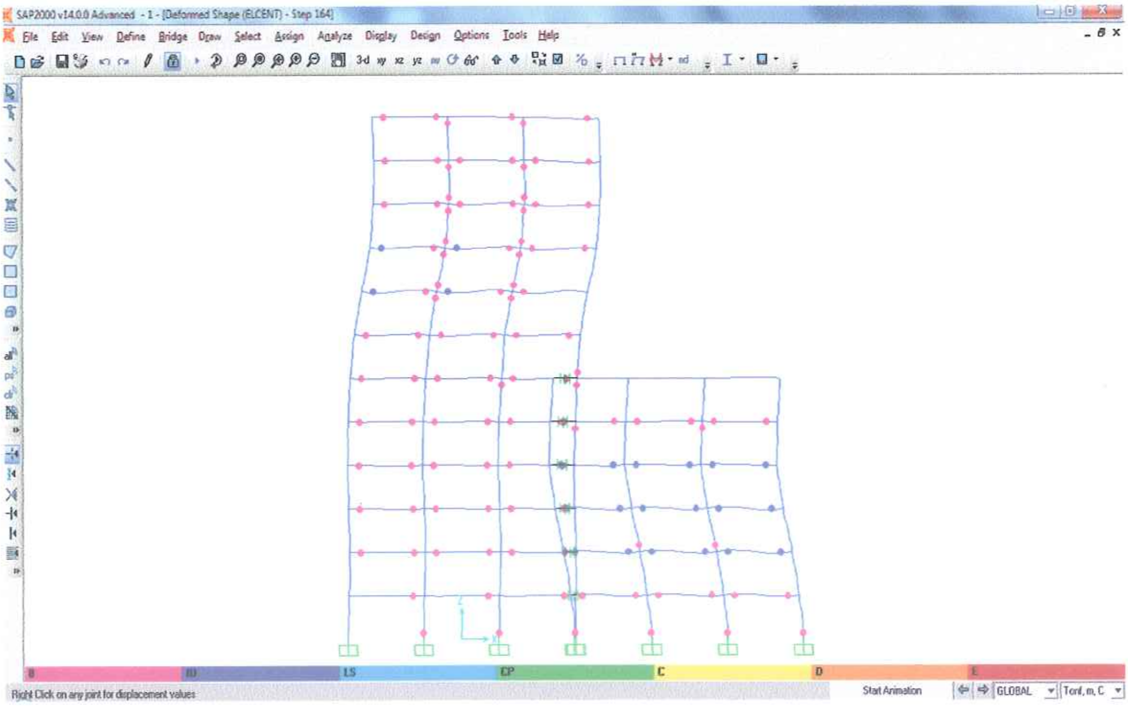
يختلف توزع المفاصل اللدنة نتيجة الطرق حيث يوضح الشكل (4-56) توزع المفاصل لنموذجين B1-C1 في حال عدم حدوث طرق عند اللحظة 3.28 و يوضح الشكل (4-57) توزع المفاصل اللدنة عند عرض فاصل 0.5D في اللحظة 3.28 حيث نلاحظ عدم وجود تغير كبير بتوزع المفاصل في النموذج B1 وذلك حسب الشكل (4-58) أما في النموذج C1 فتتطور دورانات المفاصل في أعمدة الطوابق التاسع والعاشروالحادي عشر و كذلك الحال عند عرض فاصل 0.25D بالاضافة الى زيادة الدورانات للمفاصل اللدنة بأعمدة الطوابق من السابع وحتى الاخير وذلك حسب الشكل (4-58)



الشكل 56–4: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين B1–C1 عند عدم حدوث طرق



الشكل 4–57: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين B1–C1 عند عرض فاصل 0.5D



الشكل 4–58: توزع المفاصل اللدنة بين النموذجين B1–C1 عند عرض فاصل 0.25D

4-6-7- ملخص احتمالية حدوث الطرق لكافة الحالات المدروسة :

يلخص الجدول (4-10) الحالات التي حدث عندها الطرق عند القيم المختلفة لعرض الفاصل و حسب السجلات الزلزالية المطبقة نجد من خلال الجدول أنه في الحالات التي نسبة دوري النموذجين تساوي الواحد ($Tr2/Tr1 = 1$) لم يحدث بينهما طرق مطلقا عند كافة قيم عرض الفاصل المستخدمة بالدراسة و الحالات التي نسبة دوري النموذجين تساوي الواحد $Tr2/Tr1 =$ (1.4 لم يحدث بينهما طرق عند عرض فاصل 0.7D كما يوضح الجدول أن الالتزام بقيمة عرض الفاصل دون تخفيض ينفي احتمال حدوث طرق بين النماذج المدروسة .

الجدول (4-10) ملخص احتمالية حدوث الطرق لكافة الحالات المدروسة

		A1– A1			A1– A2			A1– A3			A1– A4			A1– A5			A1– A6		
		Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky	Elcen	North	Turky
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.7 D	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
	0.5 D	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x
	0.25 D	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	x

الفصل الخامس

الاستنتاجات و التوصيات

5-1- الاستنتاجات:

1- يزداد اثر الطرق كلما زاد التباين بين دوري المنشأين (النسبة K/m) وذلك للنماذج المؤلفة من ثلاثة طوابق وستة طوابق واثني عشرة طابق .

2- في حال تساوي دوري المنشأين لايحدث طرق بينهما حتى عند قيمة صغيرة لعرض الفاصل و ذلك لكافة النماذج المدروسة .

3- بالنسبة للنماذج المؤلفة من ثلاثة طوابق لم تتجاوز الزيادة بقوى القص الكلية نتيجة الطرق قيمة 10% عند قيم مختلفة لعرض الفاصل .

4- في الحالات االتي يوجد فيها اختلاف بصلابة النماذج يتعرض الاطار الاقل صلابة الى تغير أكبر بالانتقال نتيجة الطرق من الاطار الاكثر صلابة .

5- في الحالات االتي يوجد فيها اختلاف بالكتل بين النماذج يتعرض الاطار الاقل كتلة الى تغير أكبر بالانتقال نتيجة الطرق من الاطار الاكبر كتلة .

6- يتغير توزع المفاصل اللدنة و ميكانزم الانهيار باختلاف السجل الزلزالي المطبق على الرغم من معايرة كافة السجلات المستخدمة الى 0.25 g .

7- بالنسبة للنماذج المؤلفة من ستة طوابق تتراوح الزيادة بقوى القص الكلية نتيجة الطرق من قيمة 20% حتى 100% عند قيم مختلفة لعرض الفاصل .

8- ان استجابة النماذج المؤلفة من ثلاثة طوابق و ستة طوابق نتيجة تطبيق سجل Northridge تكون أكبر منها بتطبيق سجلي Elcentro , Turkey بينما تكون استجابة النماذج المؤلفة من اثني عشرة طابق بتطبيق سجل Elcentro أكبر من باقي السجلات .

9- بالنسبة للنماذج المؤلفة من اثني عشرة طابق تتراوح الزيادة بقوى القص الكلية نتيجة الطرق من قيمة 50% حتى 100% عند قيم مختلفة لعرض الفاصل .

10- بالنسبة للنماذج المؤلفة من اثني عشرة طابق تتطور دورانات المفاصل اللدنة في كافة الطوابق عند عرض فاصل 0.25D بينما ينحصر تطور المفاصل بالطوابق العليا و عند القاعدة عند عرض فاصل 0.5D – 0.7D

11- عند حدوث الطرق بالنماذج ذات الارتفاعات المختلفة تكون الزيادة بقوى القص الكلية للنموذج الاعلى ارتفاعا أكبر منها للنموذج الاقل ارتفاعا .

12- عند حدوث الطرق في الأبنية ذات عدد الطوابق المختلفة تتشكل مفاصل اللدنة في المستوي الذي يحصل فيه الطرق و باتجاه الأعلى بالنسبة للمبنى الأكثر ارتفاعا

13- تكون أكبر قيمة لقوة الطرق في اعلى طابق بالنموذج في حال حدوث الطرق بعدة طوابق من النموذج .

14-من الصعب التوصل لعلاقة لتحديد الزيادة بقوى القص الناتجة عن الطرق بين بنائين متجاورين من أجل عرض فاصل متغير .

5-2- التوصيات:

1- يوصى بالالتزام بقيمة عرض الفاصل المذكورة في الملحق الثاني للكود السوري لتجنب حدوث الطرق

2- بوصي بإعادة النظر بعلاقات تخفيض عرض الفاصل المذكور في الملحق الأول للكود السوري

3- يمكن تخفيض عرض الفاصل بنسبة 0.7 في حال تشابه الخصائص الديناميكية دون الحاجة لزيادة قوى القص للبنائين

4- اجراء أبحاث لدراسة ظاهرة الطرق على نماذج فراغية لادخال أثر الفتل في دراسة الطرق .

5- إجراء أبحاث لدراسة ظاهرة الطرق مع إدخال اثر التربة

6- إجراء أبحاث لدراسة ظاهرة الطرق لحالات مناسيب البلاطات مختلفة (عمود مع بلاطة)

المراجع

ا – الكود العربي السوري لتصميم و تنفيذ المنشأت بالخرسانة المسلحة (2004)-الطبعة الثالثة - نقابة المهمندسين السوريين

ب – الملحق رقم /2/ للكود العربي السوري لتصميم و تنفيذ المنشأت بالخرسانة المسلحة - تصميم و تحقيق المنشأت لمقاومة الزلازل (2005)

ج – الملحق رقم /1/ للكود العربي السوري لتصميم و تنفيذ المنشأت بالخرسانة المسلحة - الاحمال على المباني (2006)

[1] Muthukumar S , DesRoches , R "A Hertz contact model with non-linear damping for pounding simulation Earthquake Engineering and Structural Dynamics"Earthquake Engng Struct. Dyn. 2006; 35:811–828

[2] Tran .B.T , Kasai.K "Applications inelastic SPD Method for Estimating relevant Displacement Avoid Pounding of Adjacent Buildings" Journal structural engineering (2005)

[3] AGARWAL V. K "Pounding and Impact of Base Isolated Buildings Due To Earthquake" M.S Texas A&M University May 2004

[4] J Muthukumar S. A contact element approach with hysteresis damping for the analysis and design of pounding in bridges. Ph.D. Dissertation, Department of Civil and Environmental Engineering Georgia institute of technology, fall 2003

[5] Lin. J, Wing .C "A study on Seismic Pounding Probability of Building in Taipei Metropolitan Area" journal of the Chinese institute of engineers .Vole 25 no pp 123-135 (2002)

[6] Wilson .E Three- Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures (2002)

[7] KASAI, JAGIASI, and " MAISON Survey and Analysis of Building Pounding during 1989 LOMA PRIETA Earthquake" Elsevier Science Ltd Paper No 2103 (1996)

[8] Uniform Building Code.1997.

[9] Anagnostopoulos SA."Building Pounding Re-Examined How Serious a Problem is it " Elsevier Science Ltd Paper No 2108 (1996)

[10] Jagiasi A.R, Kasai.K "Estimate and control of relative displacement between Adjacent structures" Elsevier Sience Ltd Paper No 2108 (1996)

[11] Anagnostopoulos SA. Pounding of buildings in series during earthquakes. Earthquake Engineering and Structural Dynamics 1988: 16:443-456.

[12] " Analysis of hammering problems " IUSS Press – Italy 2007

[13] Kasai Kazuhiko Building pounding Damage during the 1989 Loma Prieta Earthquake (1996)

[14] Jankowski Robert "THEORETICAL AND EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF PARAMETERS FOR THE NON-LINEAR VISCOELASTIC MODEL OF STRUCTURAL POUNDING" JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS 45, 4, pp. 931-942, Warsaw 2007

[15] Jankowski Robert "Pounding force response spectrum under earthquake excitation" 2004 Elsevier Science Ltd

[16] V. Jeng, W.L. Tzeng " Assessment of seismic pounding hazard for Taipei City" 1999 Elsevier Science Ltd

[17] Anagnostopoulos and Spilioulos "measures against Earthquake Pounding Between adjacent Building "Elsevier Science Ltd Paper No 782 (1996)

[18] R.E Valles-Mattox and A.M Reinborrn An Energy Approach to Pounding structures (1996)

[19] Robert Jankowski "NON-LINEAR MODELLING OF EARTHQUAKE INDUCED POUNDING OF BUILDINGS" XXI ICTAM, 15-21 August 2004, Warsaw, Poland

[20] Kabir Shakya ,Anil C. Wijeyewickrema ,Tatsuo Ohmachi "SEISMIC POUNDING ANALYSIS OF MULTI-STORY REINFORCED CONCRETE BUILDINGS CONSIDERING EFFECTS OF UNDERLYING SOIL" CUEE 2006

[21] C.P. Pantelides? and X. Mat "LINEAR AND NONLINEAR POUNDING OF STRUCTURAL SYSTEMS" Compurers & Srrucrures Vol. 66. No. I, pp. 79-92, 1998 C 1997 Ekvier Science Ltd. All rights reserved PII: soo45-7949(97)ooo45-x Printed in Great Britain 004s7949/98 $19.00 + 0.00

[22] G.L. Cole, R.P. Dhakal, A.J. Carr & D.K. Bull Identifying structures vulnerable to pounding damage 2010 NZSEE Conference

[23] Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance — Part 1: General rules, seismic actionsand rules for buildings EN 1998-1:2004

[24] Ryosuke OHTA, Anil C. WIJEYEWICKREMA, Alireza FARAHANI "END BUILDING POUNDING DURING EARTHQUAKES "Symposium on Infrastructure Development and the Environment 2006 7-8 December 2006, SEAMEO-INNOTECH University of the Philippines, Diliman, Quezon City, PHILIPPINES

[25] SAP2000® Basic Analysis Reference Manual Linear and Non linear Static and Dynamic Analysis and Design of Three-Dimensional Structures

[26] Carr, AJ, 2005, "Ruaumoko - inelastic dynamic analysis computer program1l, University of Canterbury, New Zealand, Department of Civil Engineering, Computer Program Library

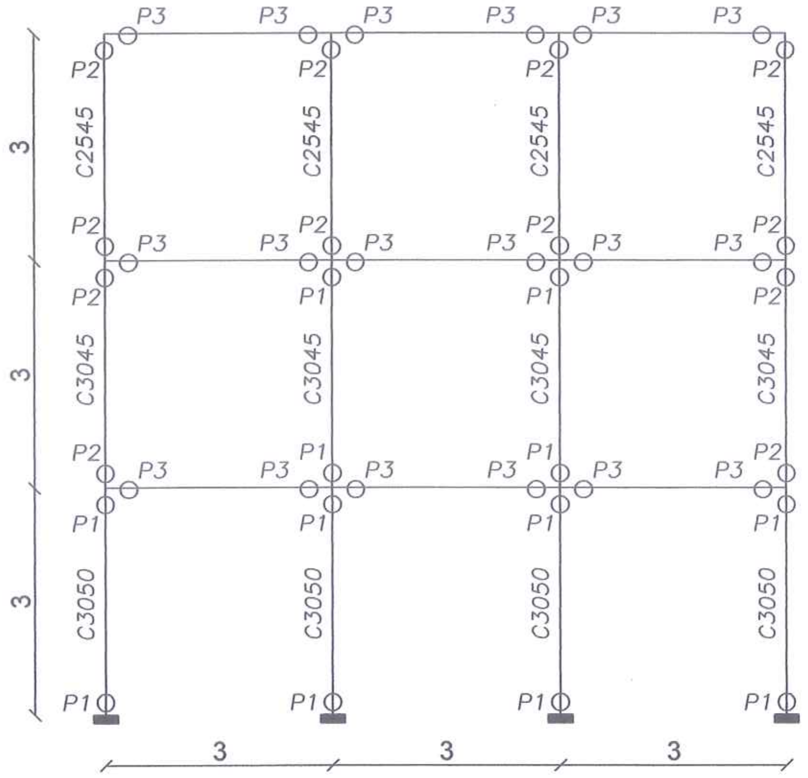
[27] www.peer.berkeley.edu

[28] Prestandard and commentar for the seismic rehabiltiation of buildings FEMA356 November 2000

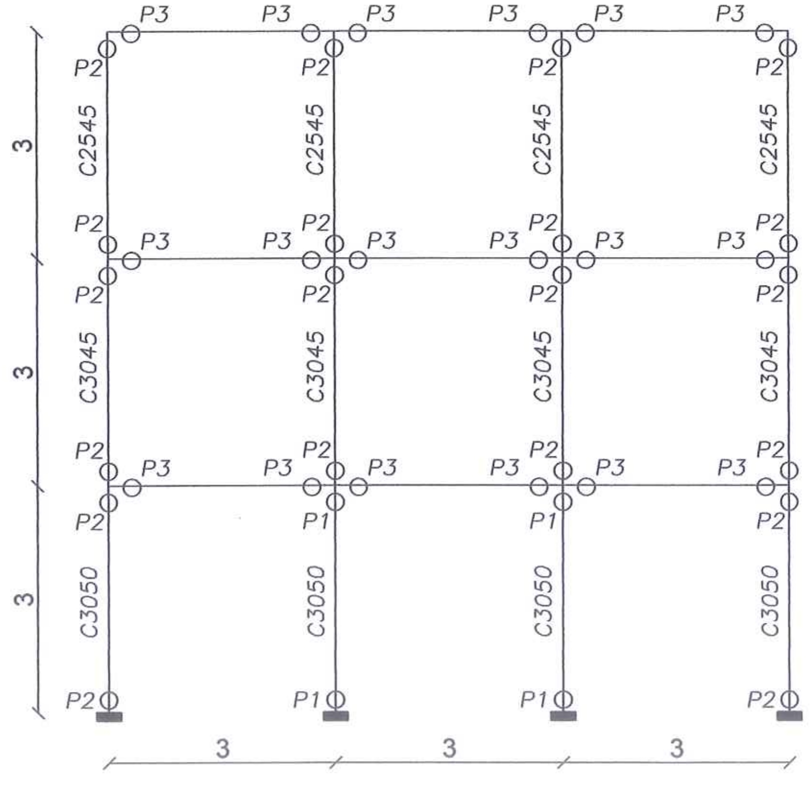
[29] Robert Jankowski "Non-linear viscoelastic modelling of earthquake-induced structural pounding" Earthquake Engng Struct. Dyn. 2005; 34:595–611 Published online 3 March 2005 in Wiley InterScience

[30] Robert Jankowski "Earthquake-induced pounding between equal height buildings with substantially different dynamic properties" 2008 Elsevier Ltd.

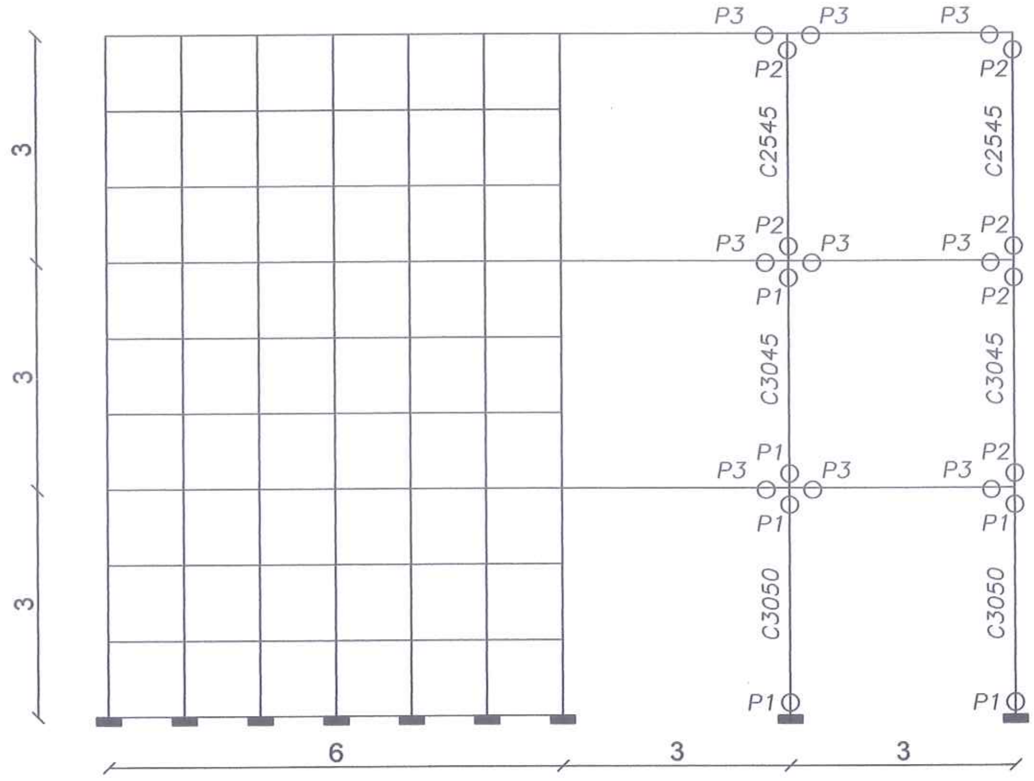
الملحق A



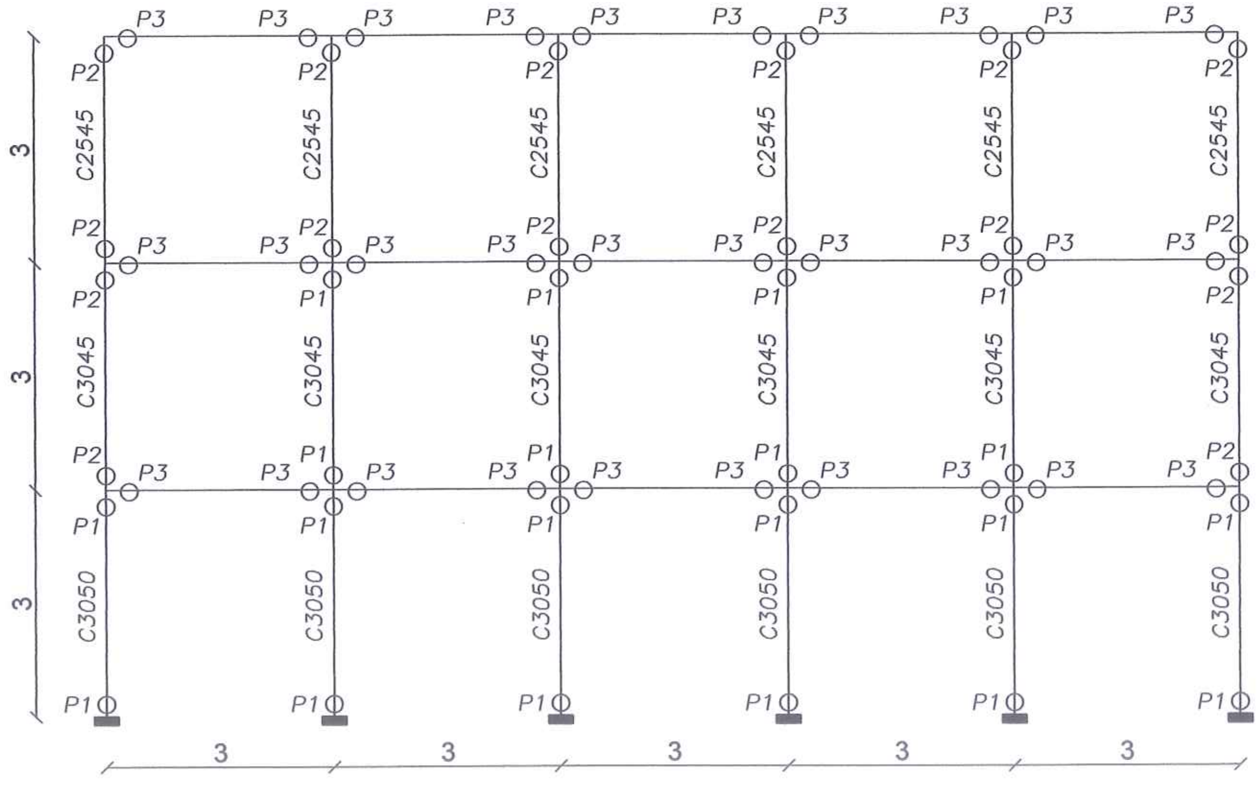
الشكل a−1 مقاطع الاطار رقم A1



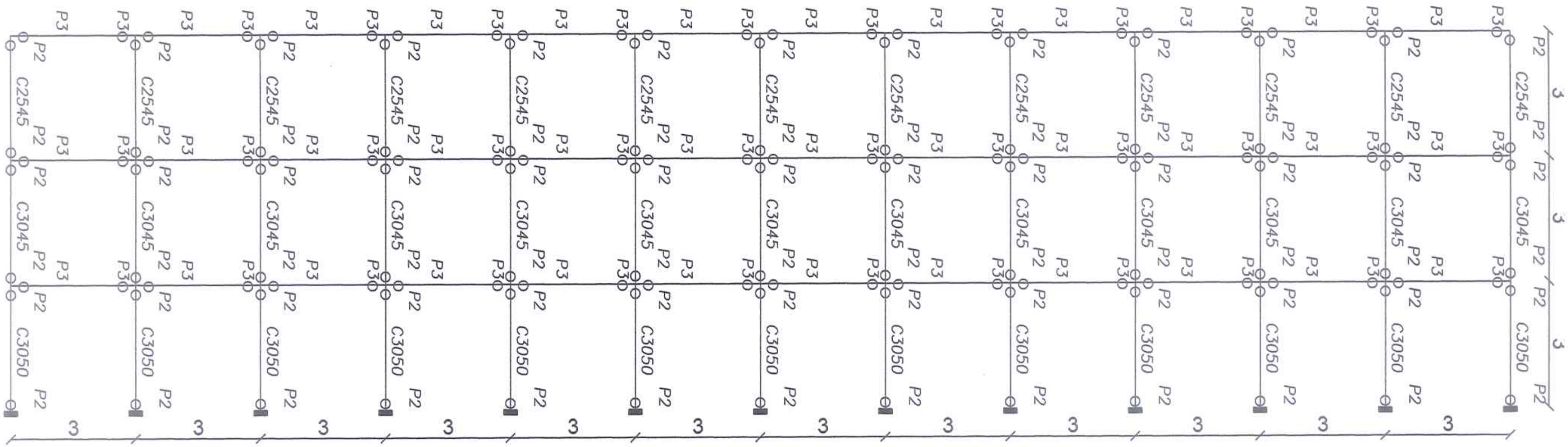
الشكل a−2 مقاطع الاطار رقم A1



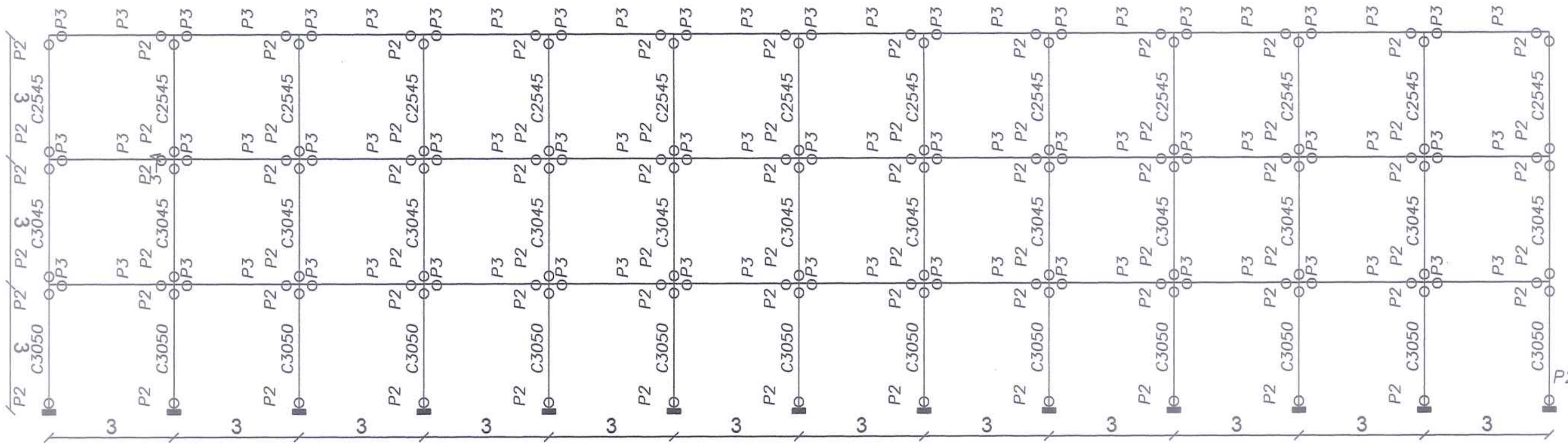
الشكل a–3 مقاطع الاطار رقم A3



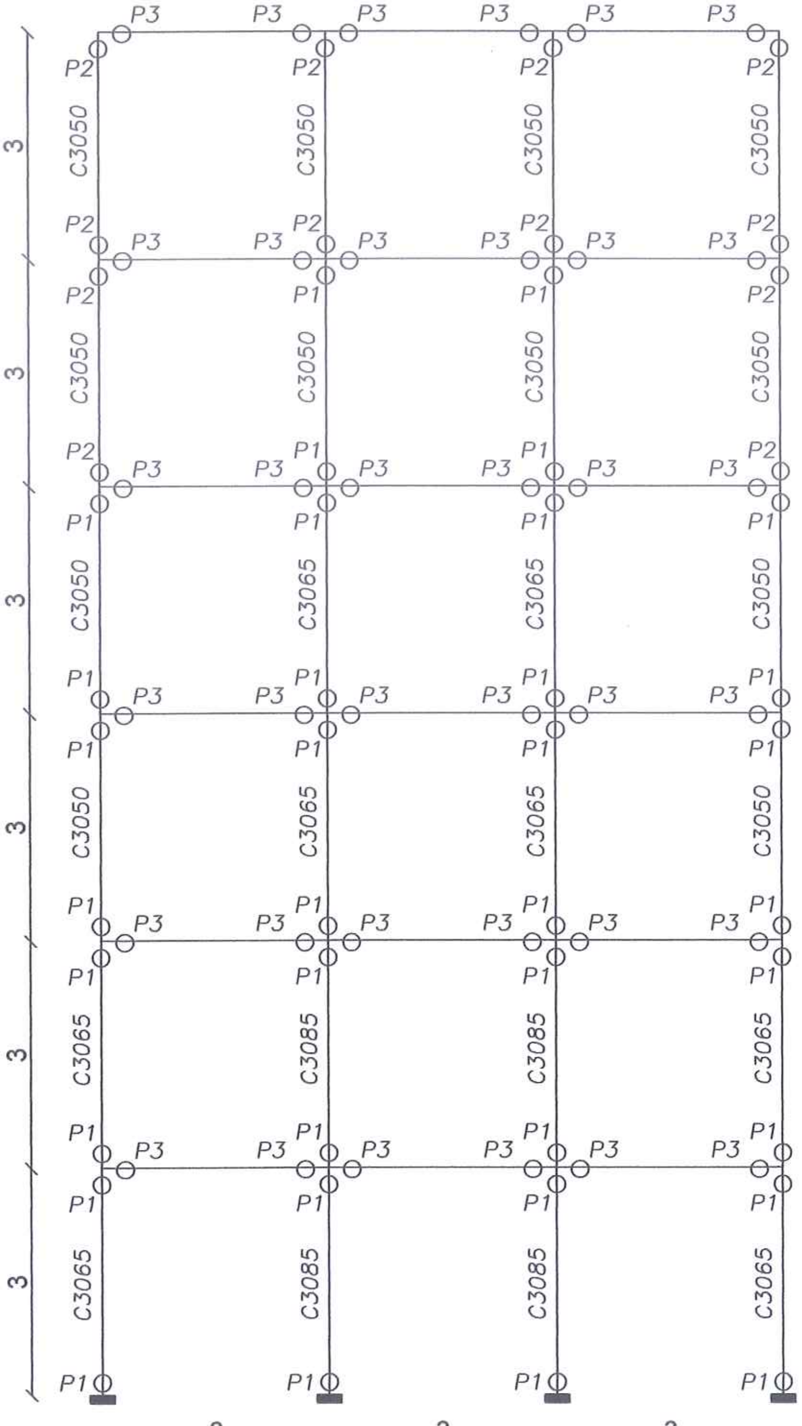
الشكل a–4 مقاطع الاطار رقم A4



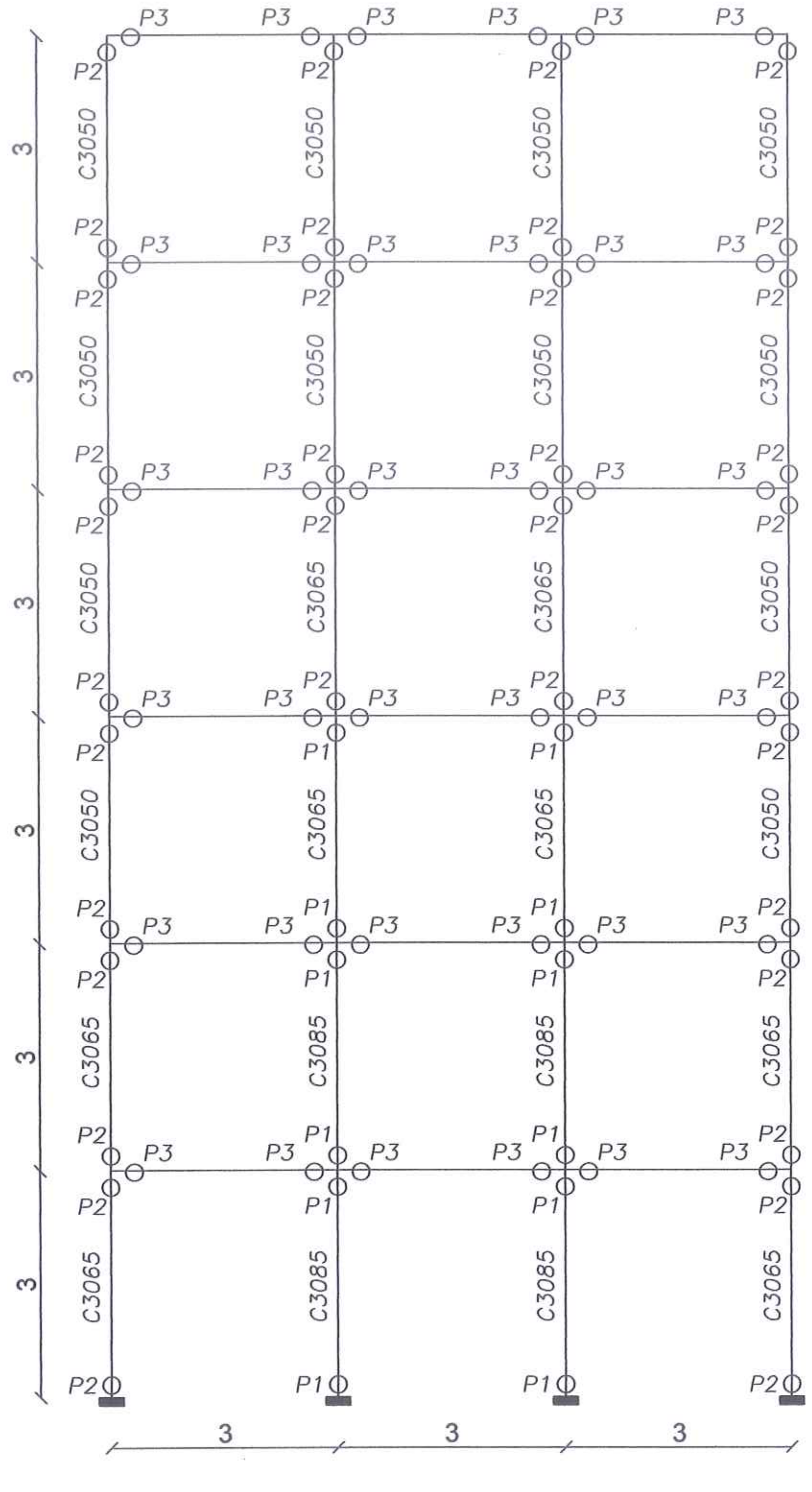
الشكل a-5 مقاطع الاطار رقم A5



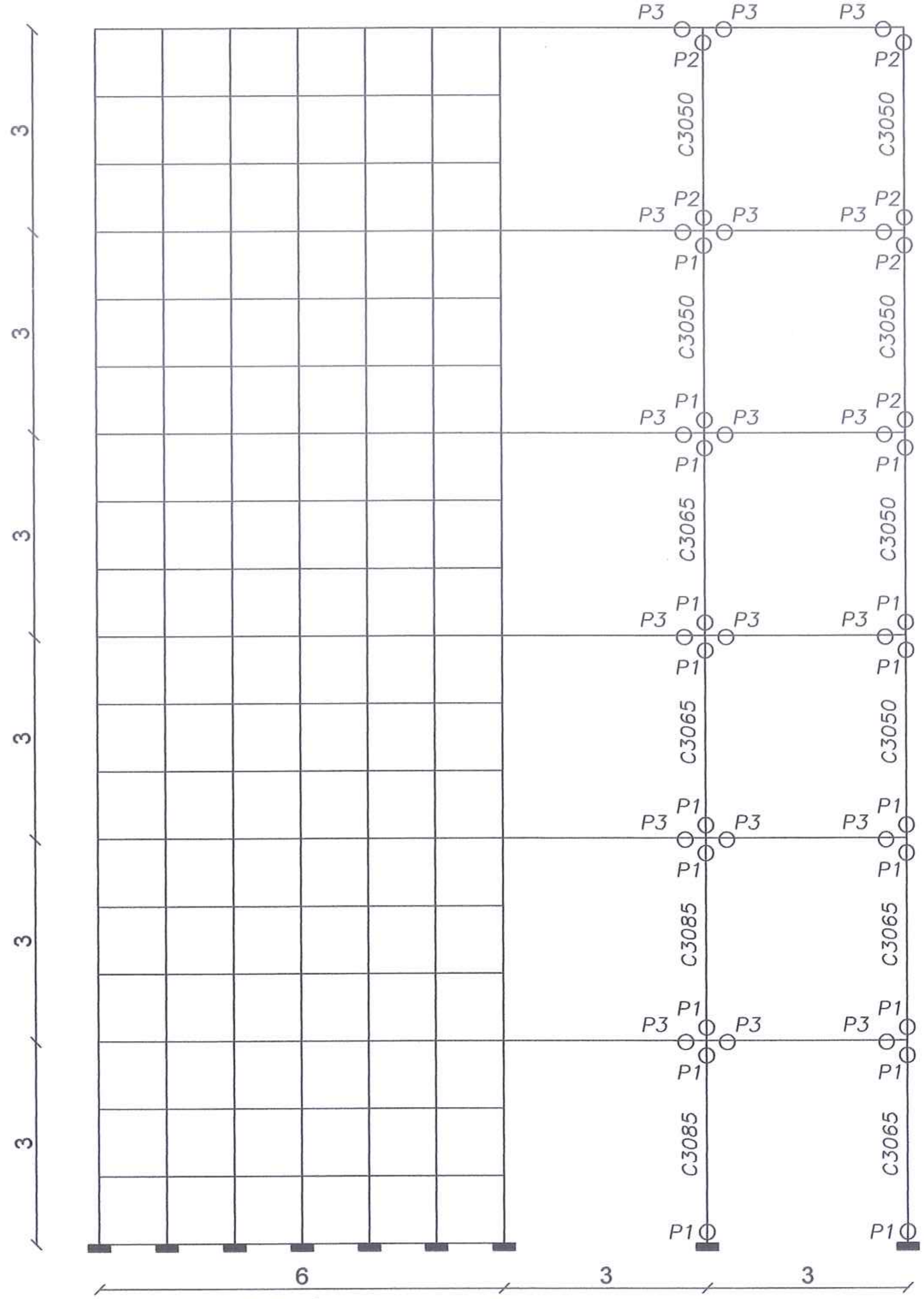
الشكل 6–a مقاطع الاطار رقم A6



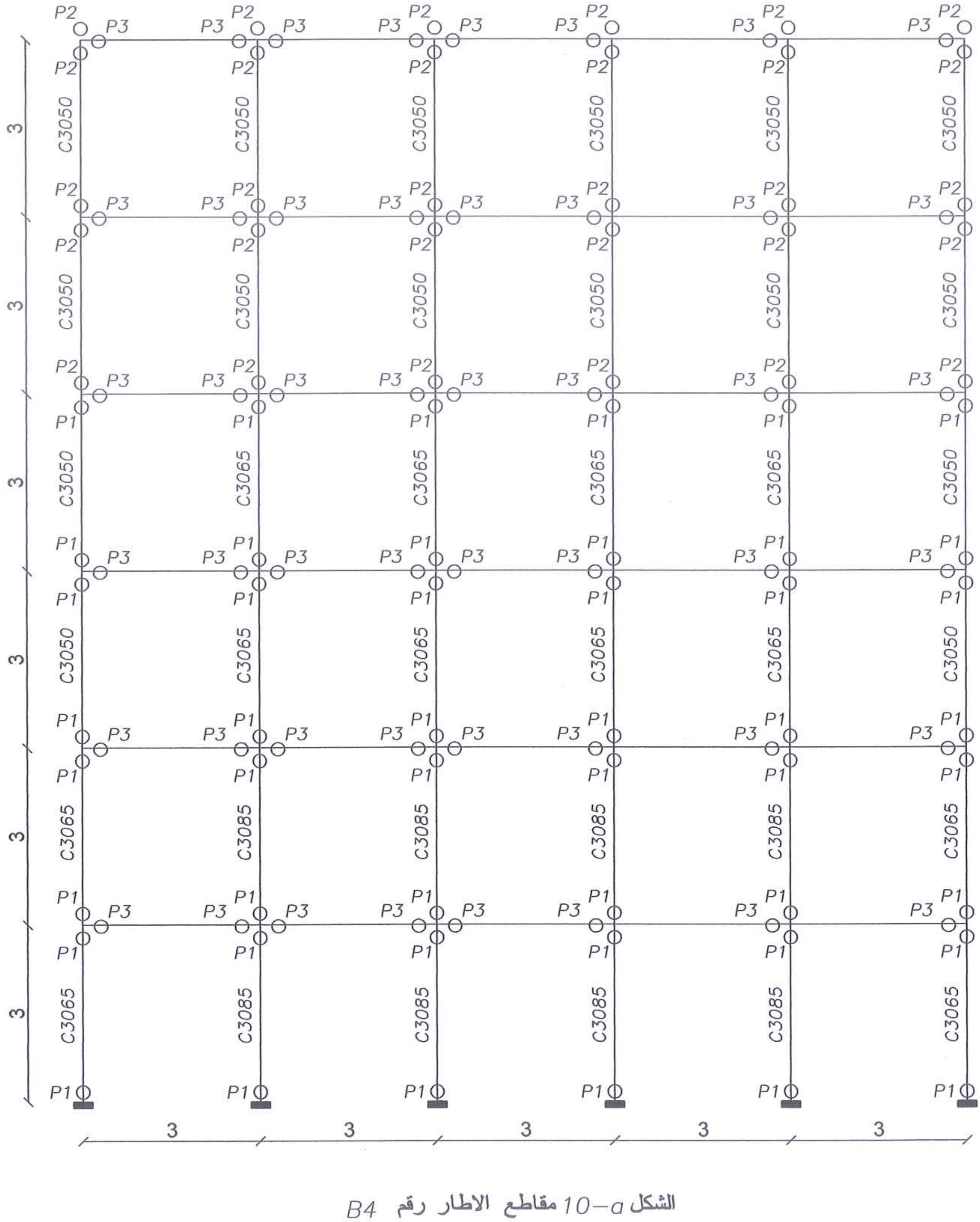
الشكل 7–a مقاطع الاطار رقم B1



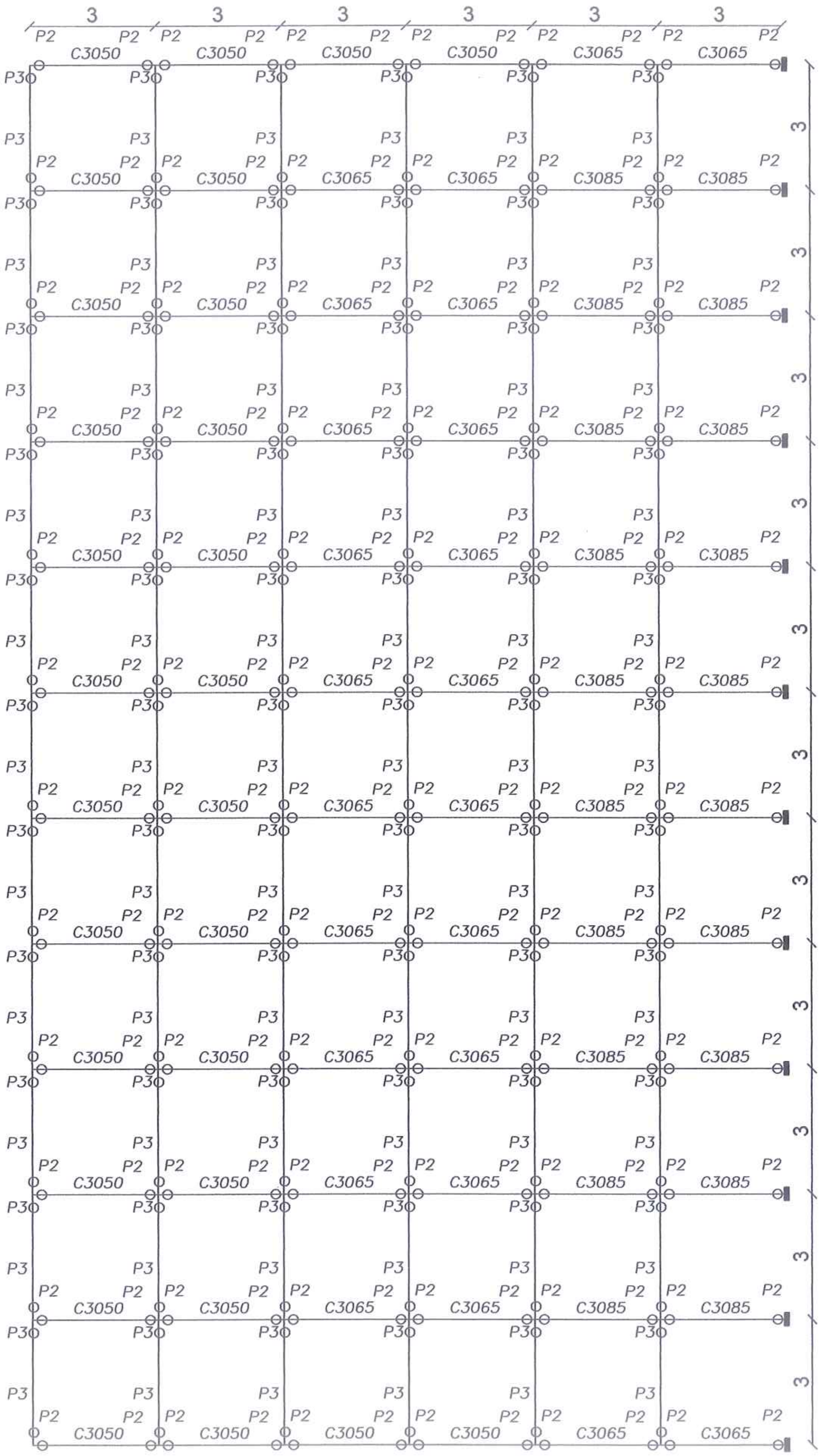
الشكل 8–a مقاطع الاطار رقم B2



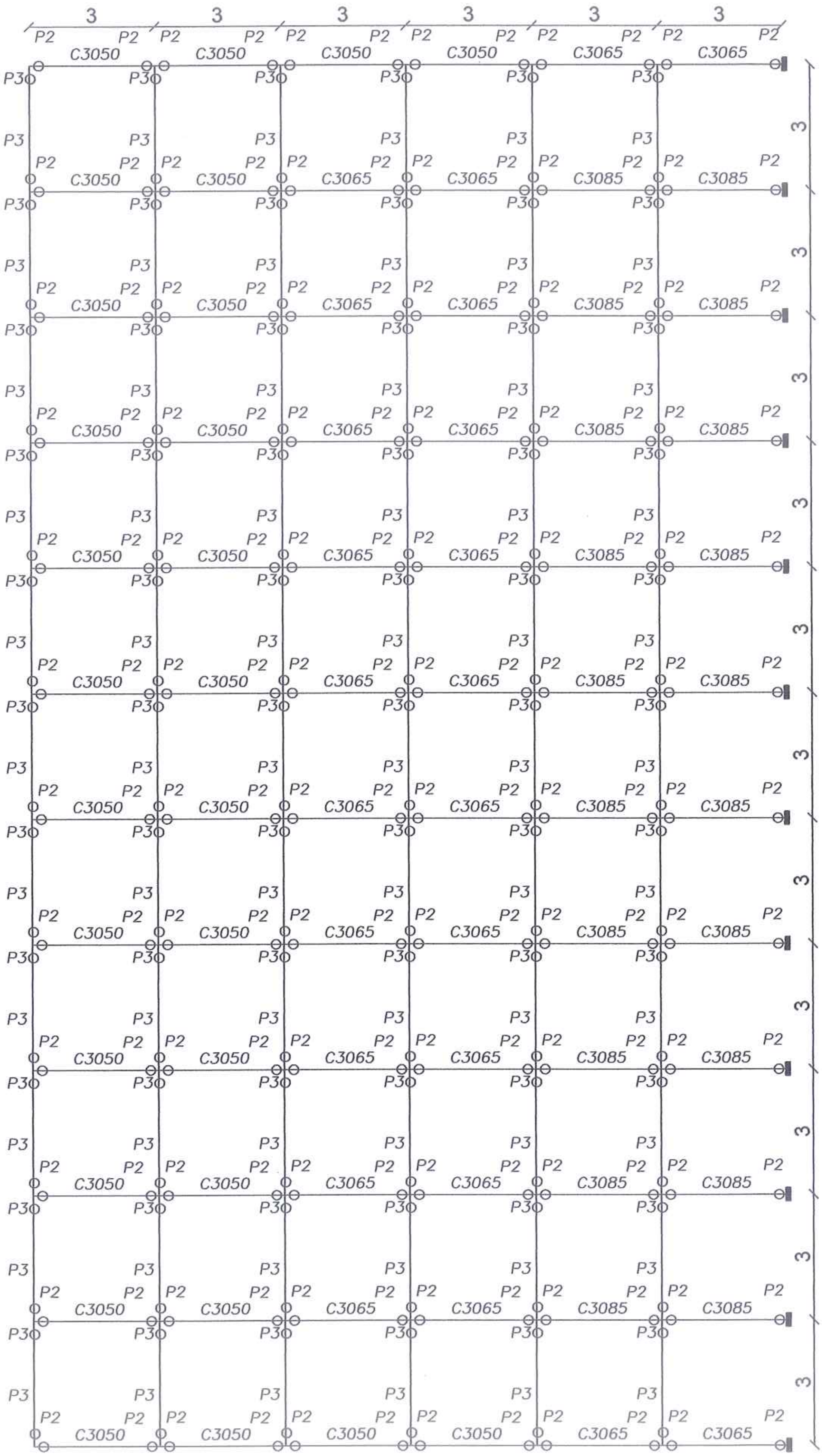
الشكل 9-a مقاطع الاطار رقم B3



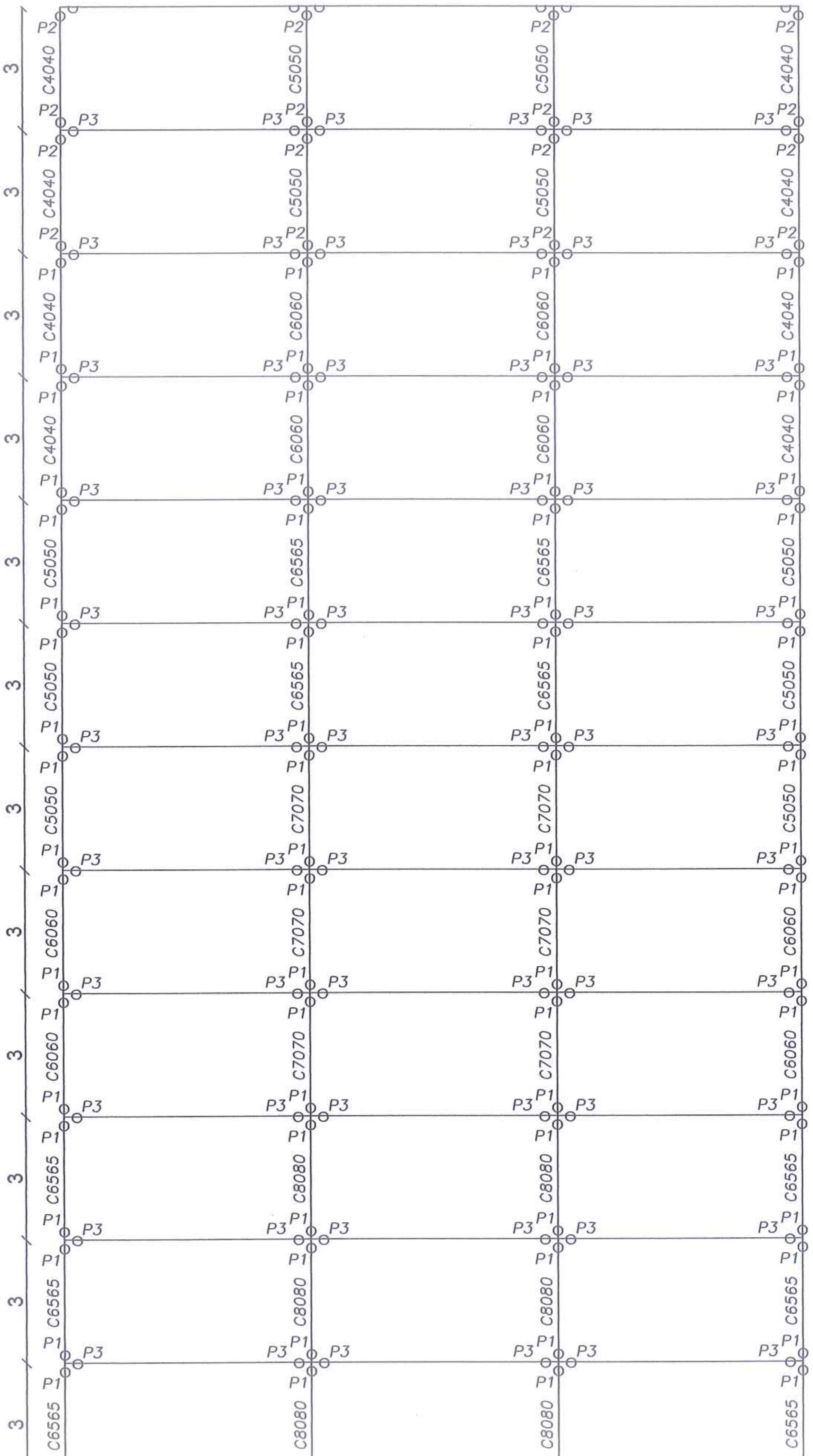
الشكل 10–a مقاطع الاطار رقم B4



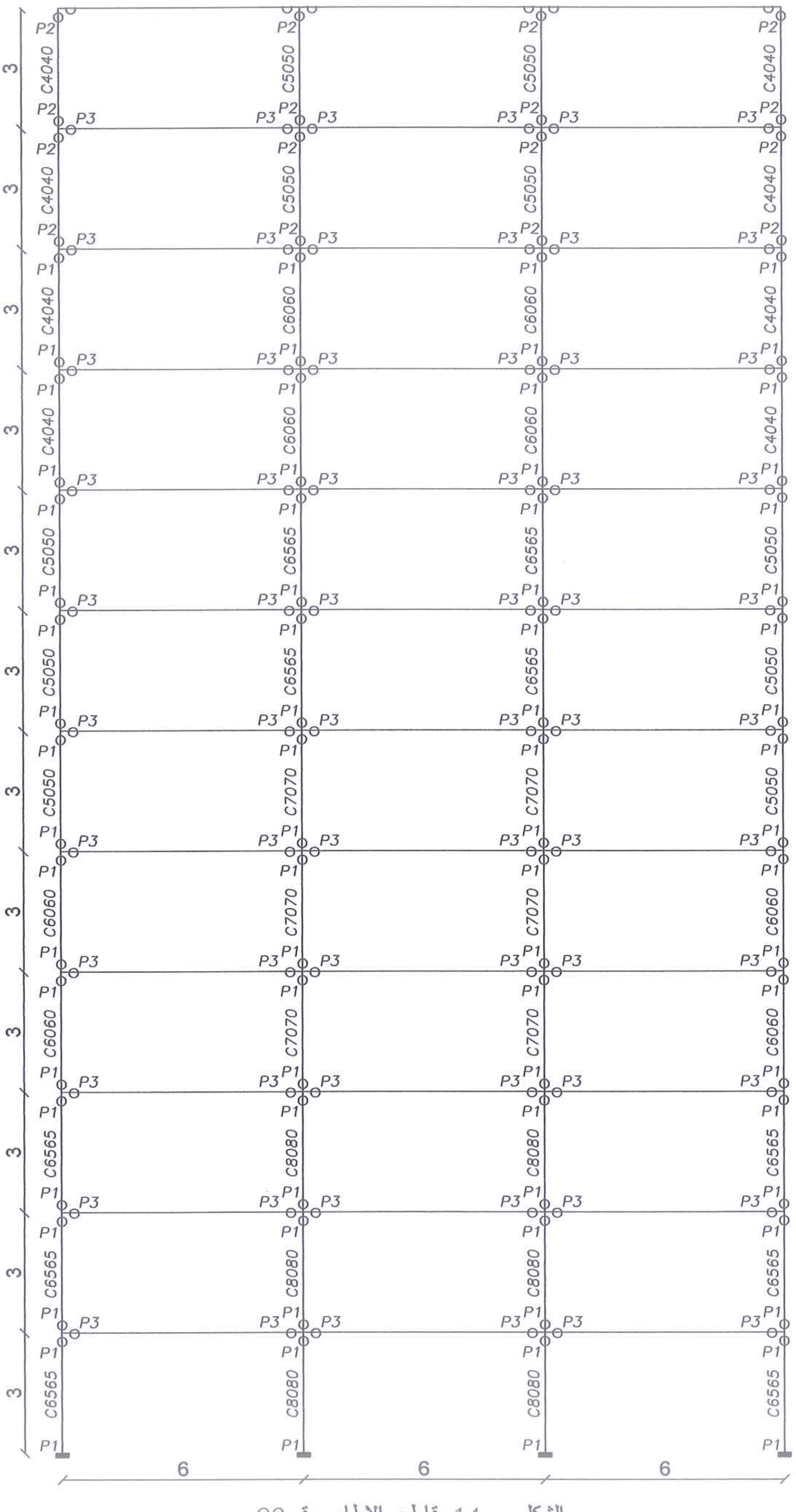
الشكل 11–a مقاطع الاطار رقم B5



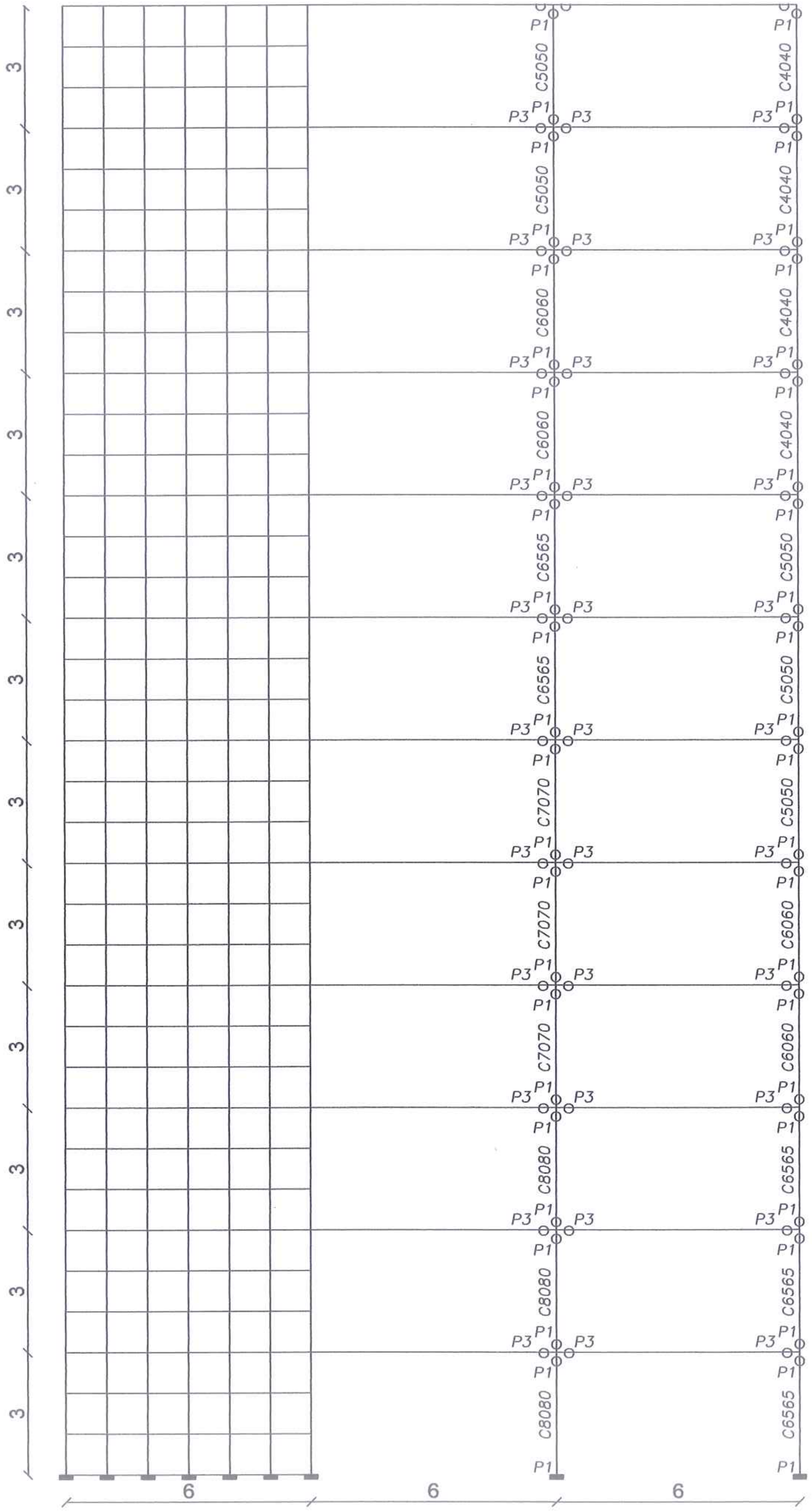
الشكل 12-a مقاطع الاطار رقم B6



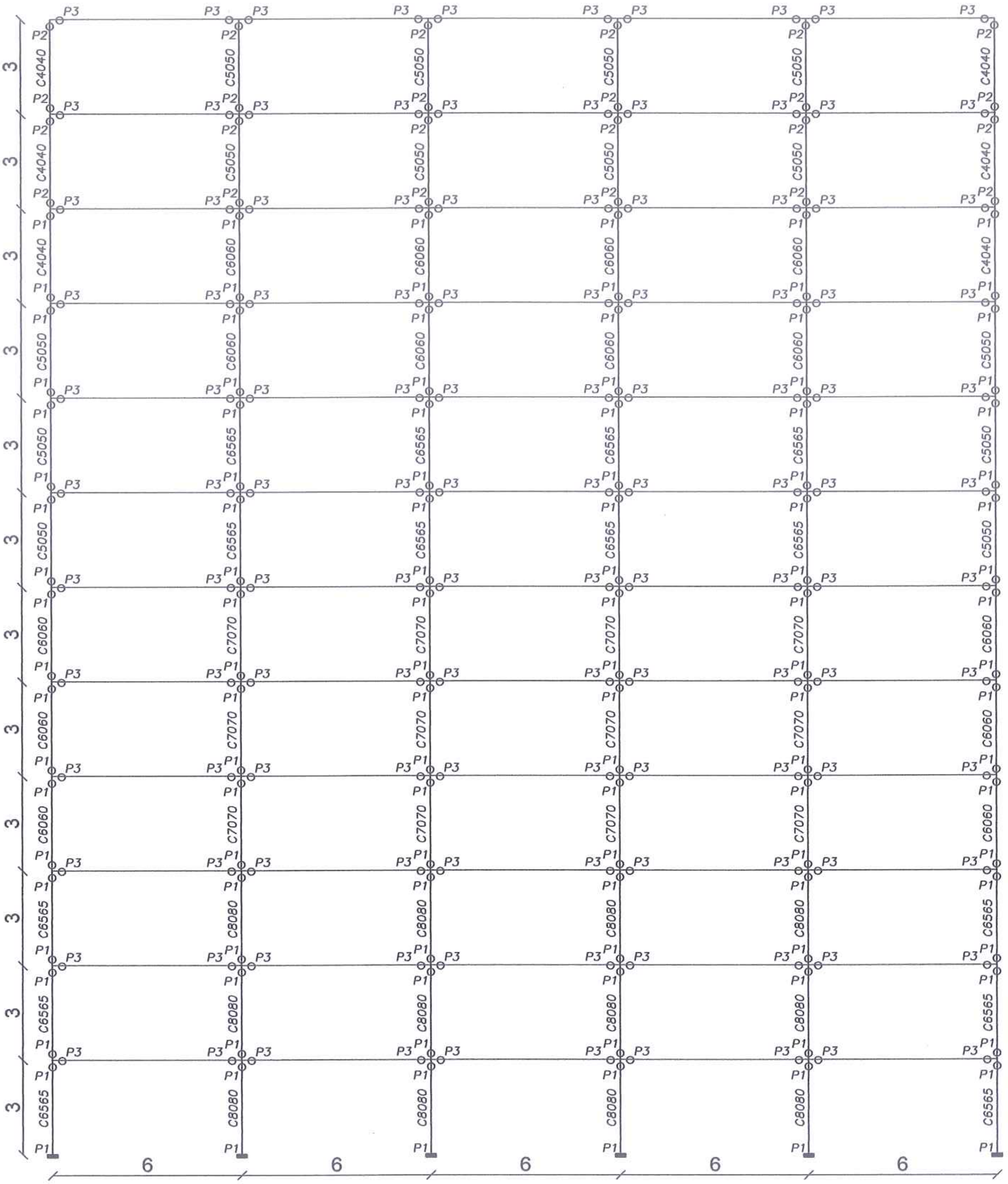
الشكل 13-a مقاطع الاطار رقم C1



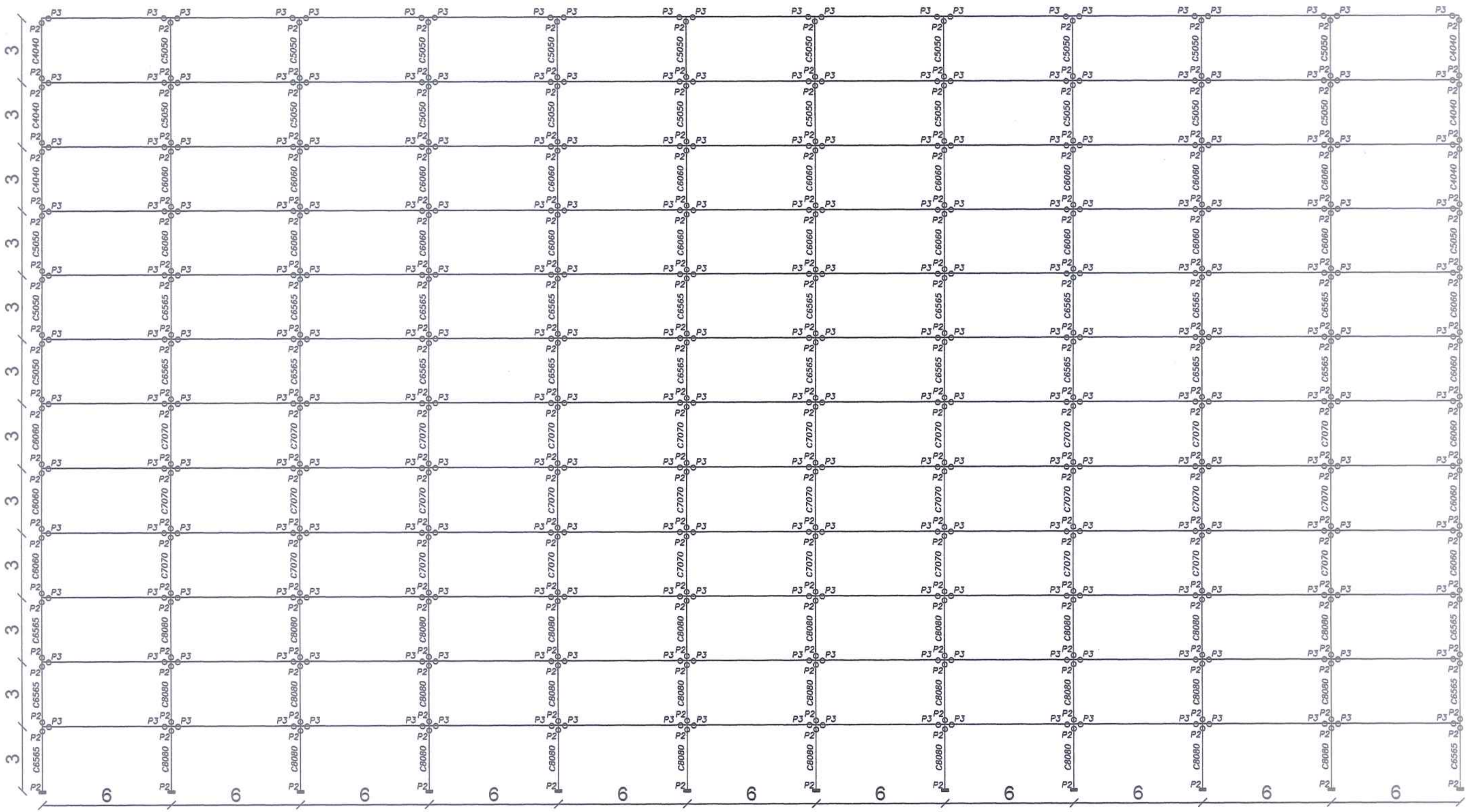
الشكل a−14 مقاطع الاطار رقم C2



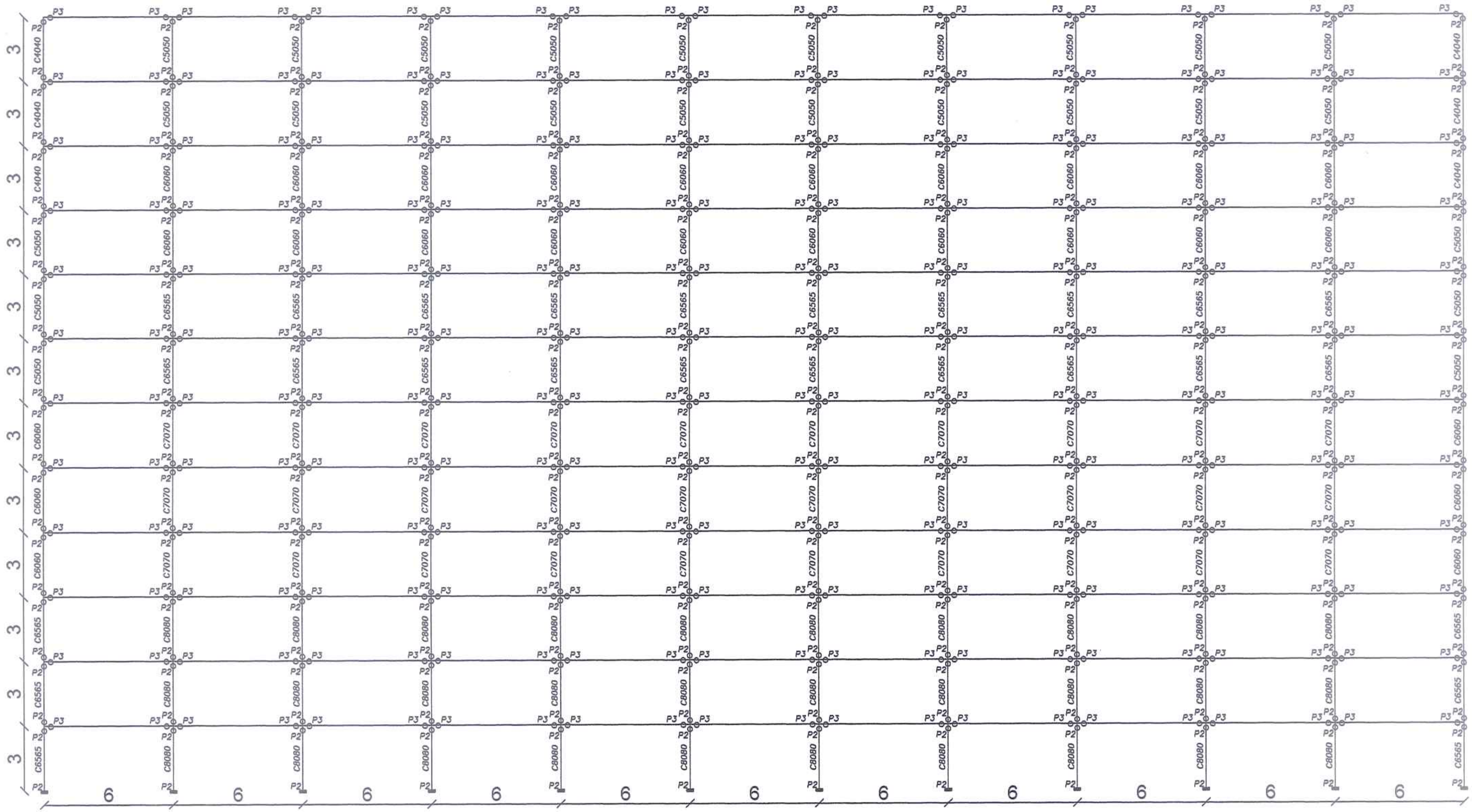
الشكل 15-a مقاطع الاطار رقم C3



الشكل 16–a مقاطع الاطار رقم C4



الشكل a–17 مقاطع الاطار رقم C5



الشكل 18-a مقاطع الاطار رقم C6

الجدول A-1 المقاطع العرضية للاعمدة الاطارات

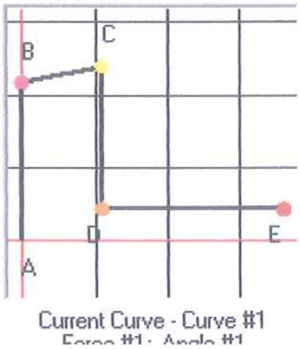
اسم العمود	الطول	العرض	التسليح الطولي
C2545	45	25	6T14
C3045	45	30	10T14
C3050	50	30	10T14
C3065	65	30	14T14
C3085	85	30	18T16
C3090	90	30	20T16
C5065	65	50	16T20
C6065	65	60	18T20
C6570	65	70	26T20

Moment Rotation Data for Selected Curve

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0.	0.
B	1.	0.
C	1.1	3.000E-03
D	0.2	3.000E-03
E	0.2	0.01

Note: Yield moment is defined by interaction curve

Copy Curve Data   Paste Curve Data



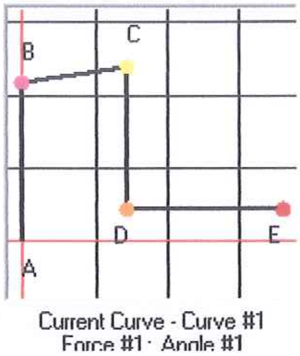
الشكل a–20: خصائص المفصل اللدن في الاعمدة بقوى محورية كبيرة P1

Moment Rotation Data for Selected Curve

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0.	0.
B	1.	0.
C	1.1	6.000E-03
D	0.2	6.000E-03
E	0.2	0.015

Note: Yield moment is defined by interaction curve

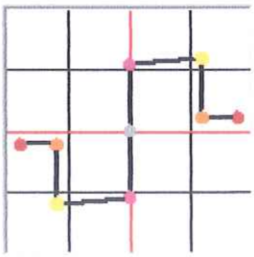
Copy Curve Data   Paste Curve Data



الشكل a–21: خصائص المفصل اللدن في الاعمدة بقوى محورية صغيرة P2

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-0.03
D-	-0.2	-0.02
C-	-1.1	-0.02
B-	-1	0
A	0	0
B	1.	0.
C	1.1	0.02
D	0.2	0.02
E	0.2	0.03

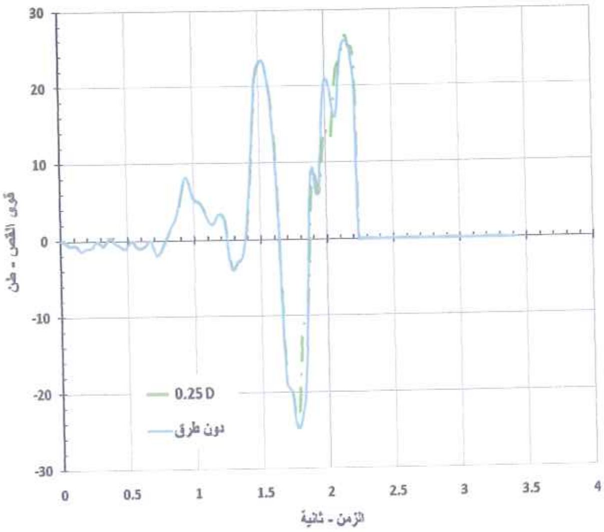


☑ Symmetric

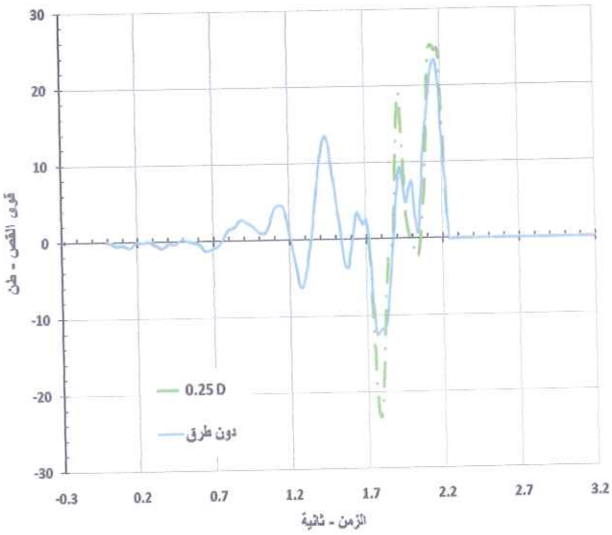
الشكل a–22: خصائص المفصل اللدن في الجوائز P3

الملحق B

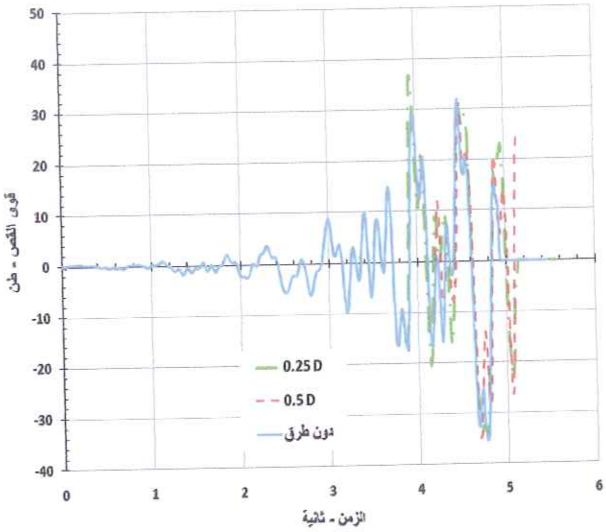
دراسة الطرق بين النموذجين A2 - A1



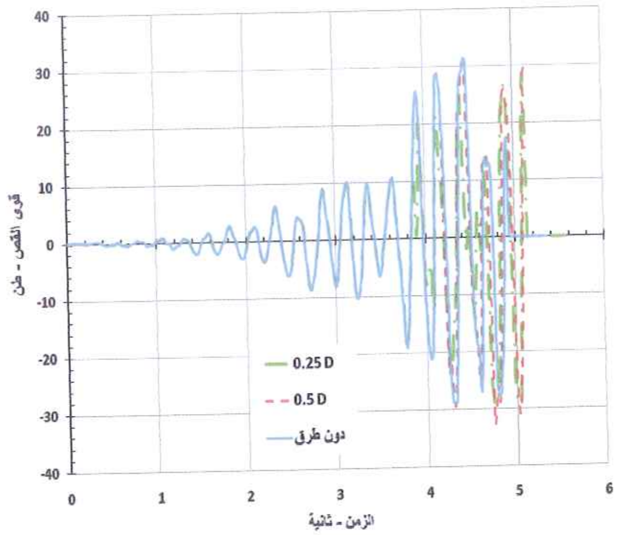
الشكل b-1: قوى القص بالنموذجين رقم /A1/
بتطبيق سجل El centro



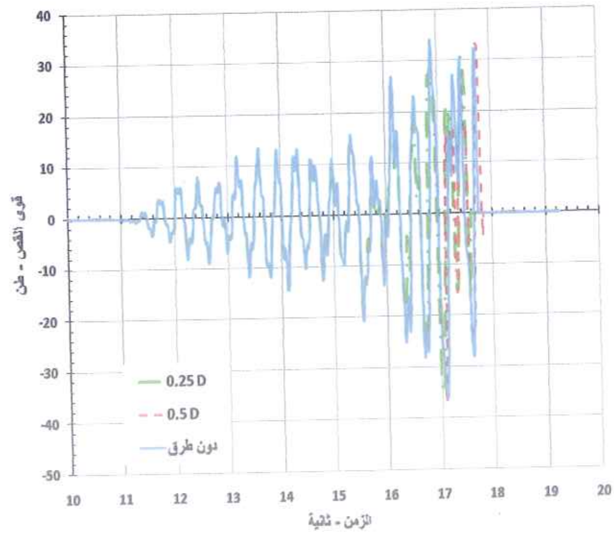
الشكل b-2 : قوى القص بالنموذجين رقم /A2/
بتطبيق سجل El centro



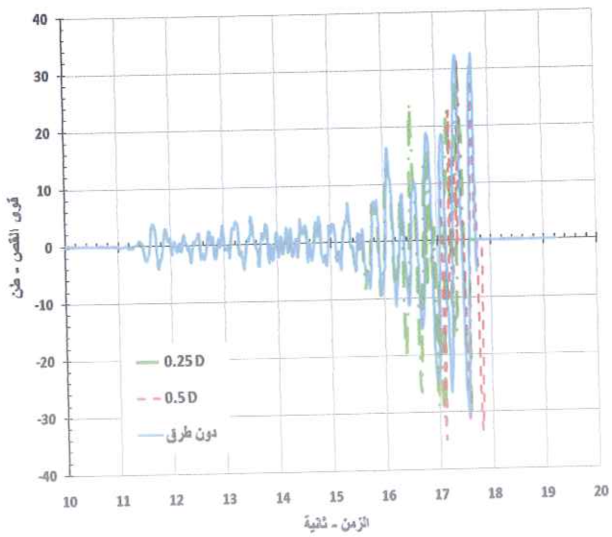
الشكل b-3: قوى القص بالنموذجين رقم /A1/
بتطبيق سجل Northridge



الشكل b-4: قوى القص بالنموذجين رقم /A2/
بتطبيق سجل Northridge

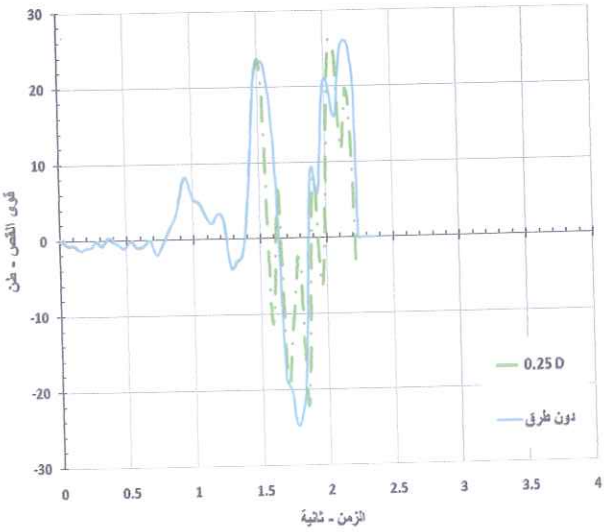


الشكل b-5: قوى القص بالنموذجين رقم /A1/
بتطبيق سجل Turkey

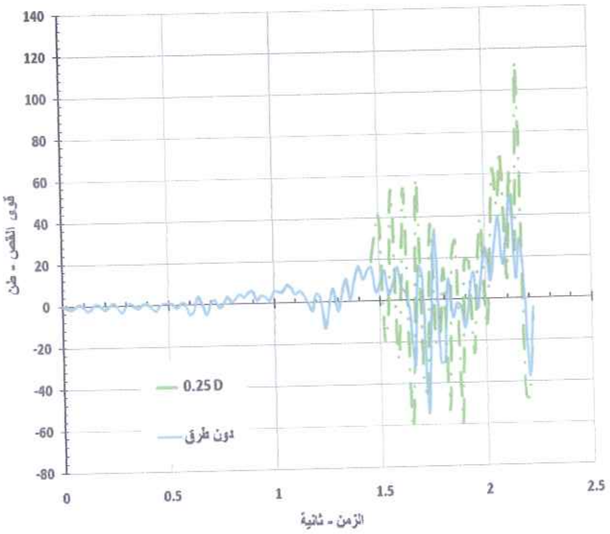


الشكل b-6: قوى القص بالنموذجين رقم /A2/
بتطبيق سجل Turkey

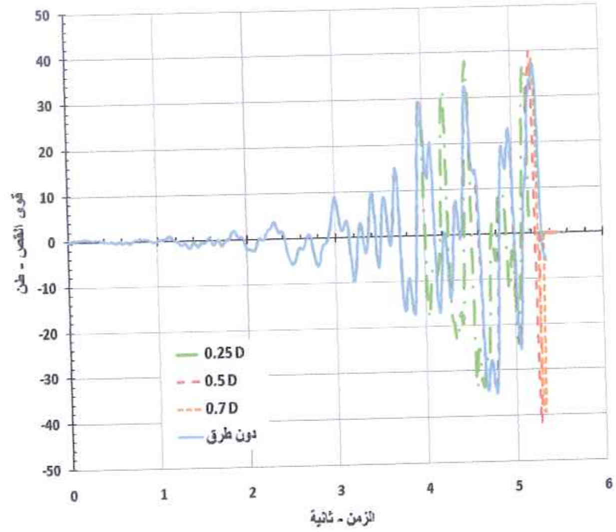
دراسة الطرق بين النموذجين A3 - A1



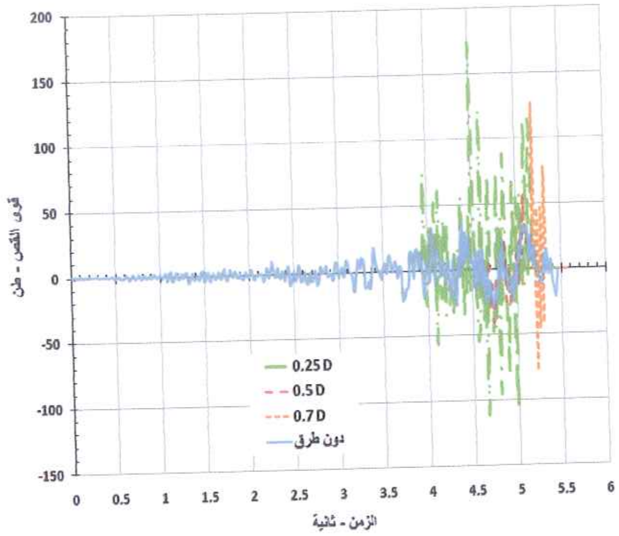
الشكل b-7: قوى القص بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل El centro



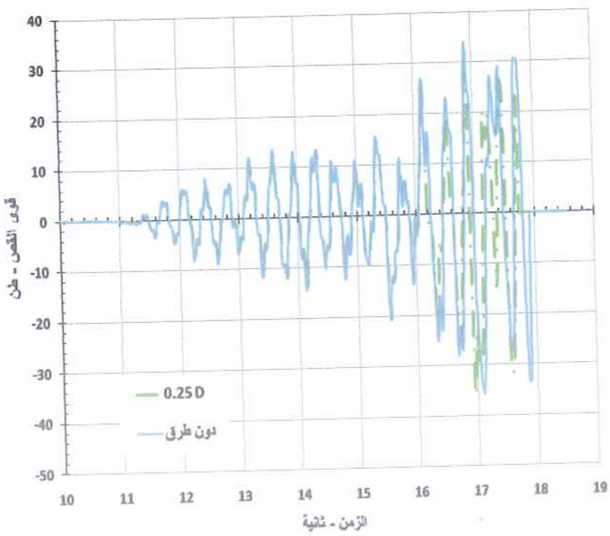
الشكل b-8:قوى القص بالإطار رقم /A3/
بتطبيق سجل El centro



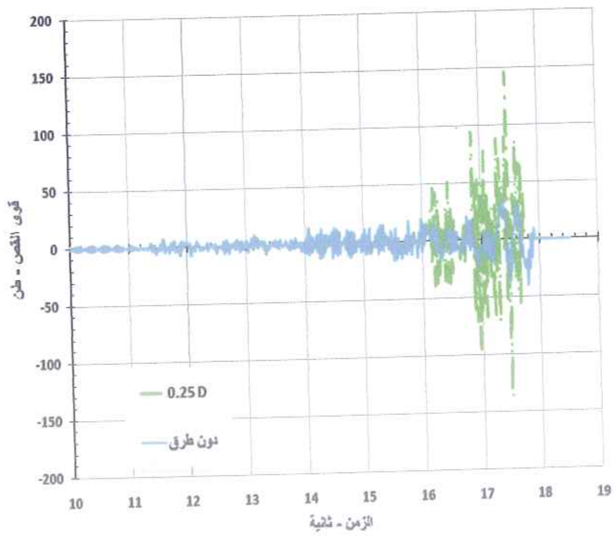
الشكل b-3: قوى القص بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل Northridge



الشكلb-10: قوى القص بالإطار رقم /A3/
بتطبيق سجل Northridge

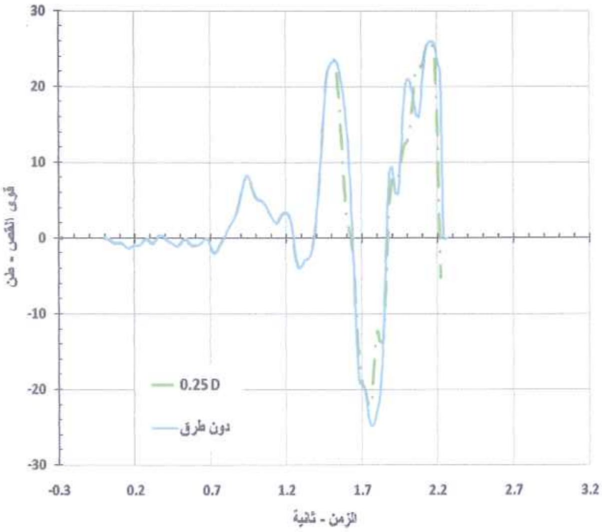


الشكل b-11: قوى القص بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل Turkey



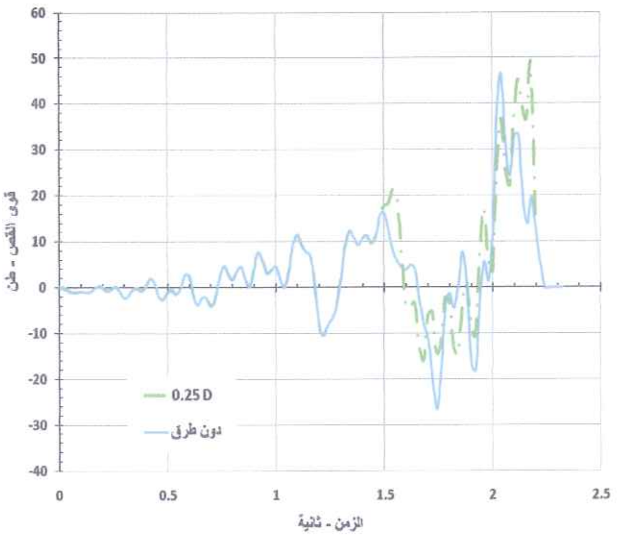
الشكل b-12:قوى القص بالإطار رقم /A3/
بتطبيق سجل Turkey

دراسة الطرق بين النموذجين A5 - A1



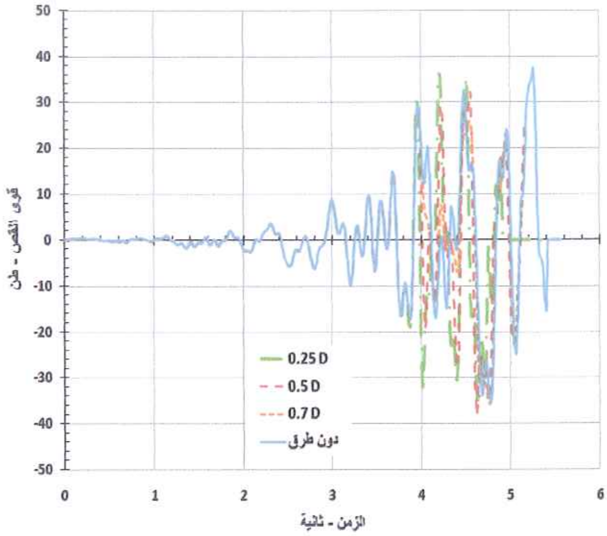
الشكل 13-b: قوى القص بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل El centro



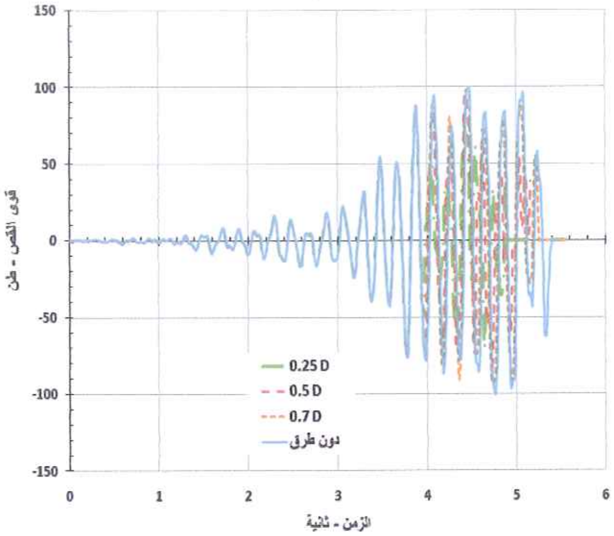
الشكل 14-b: قوى القص بالإطار رقم /A5/

بتطبيق سجل El centro



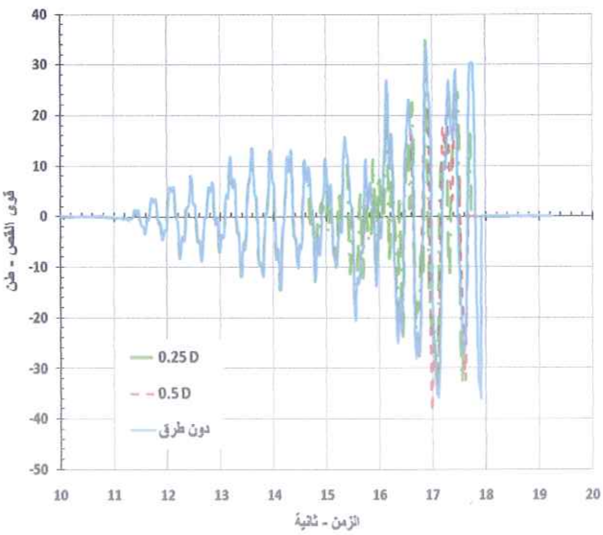
الشكل 15-b:قوى القص بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل Northridge



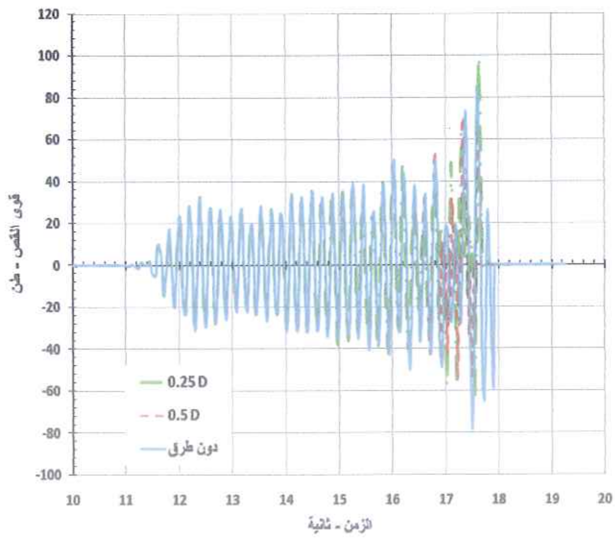
الشكل 16-b: قوى القص بالإطار رقم /A5/

بتطبيق سجل Northridge



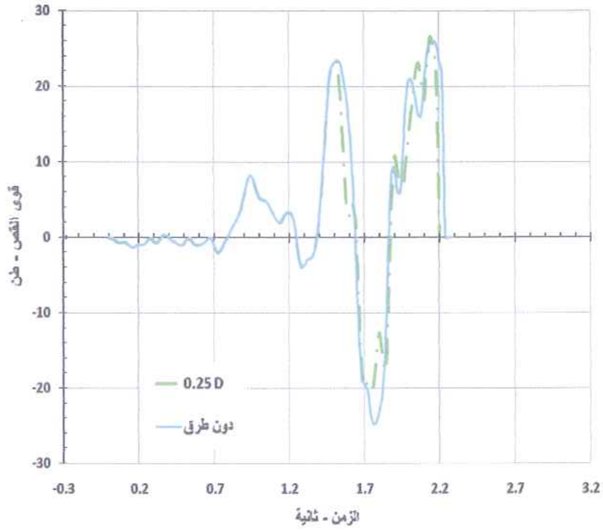
الشكل 17-b: قوى القص بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل Turkey



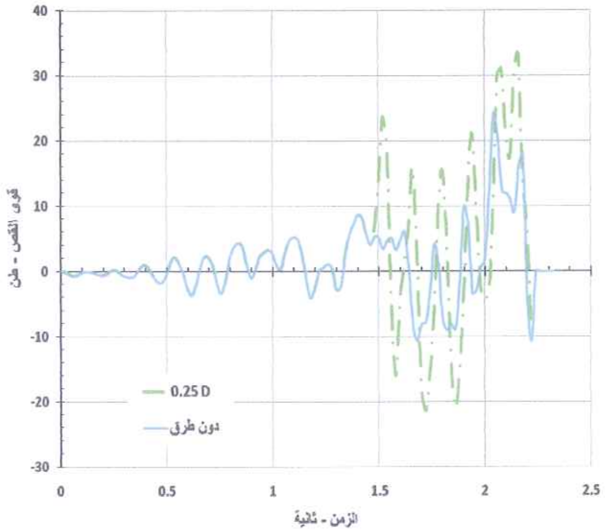
الشكل 18-b: قوى القص بالإطار رقم /A5/

بتطبيق سجل Turkey



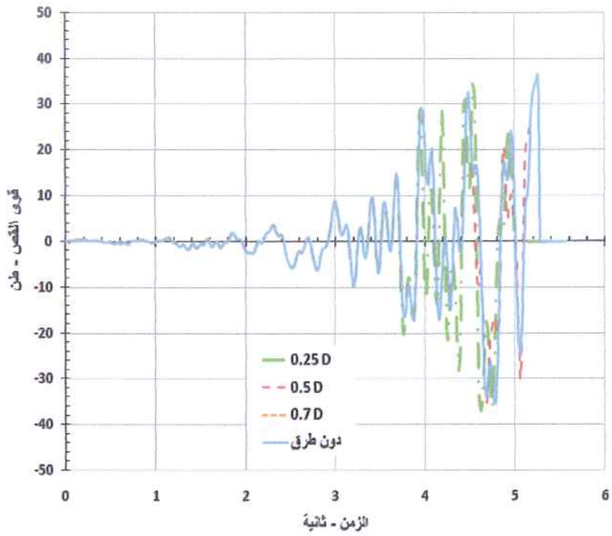
الشكل19-b: قوى القص بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل El centro



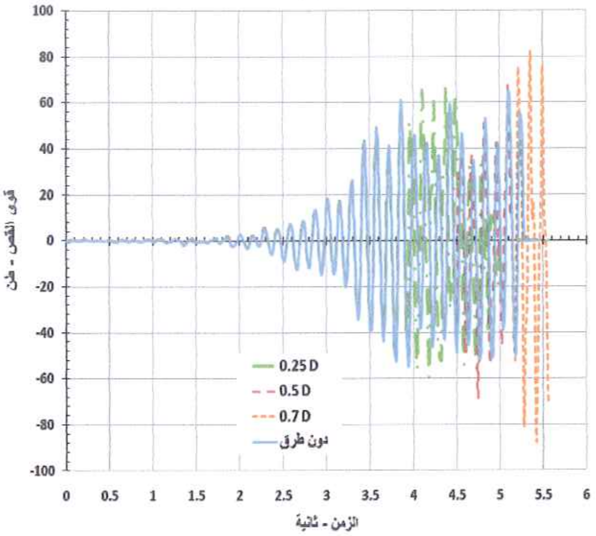
الشكل 20-b: قوى القص بالإطار رقم /A6/

بتطبيق سجل El centro



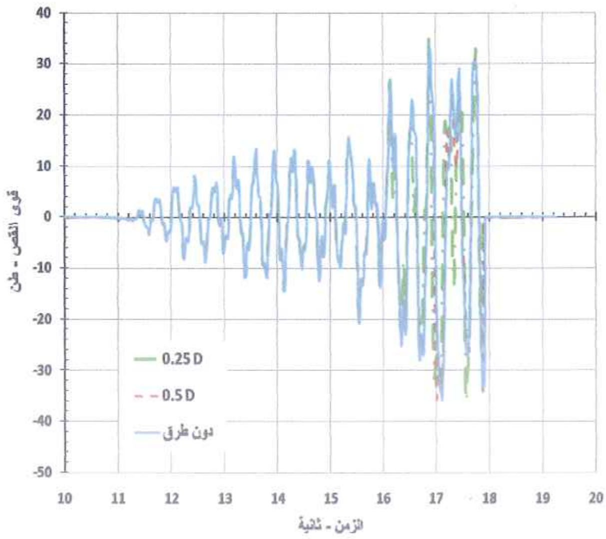
الشكل 21-b: قوى القص بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل Northridge



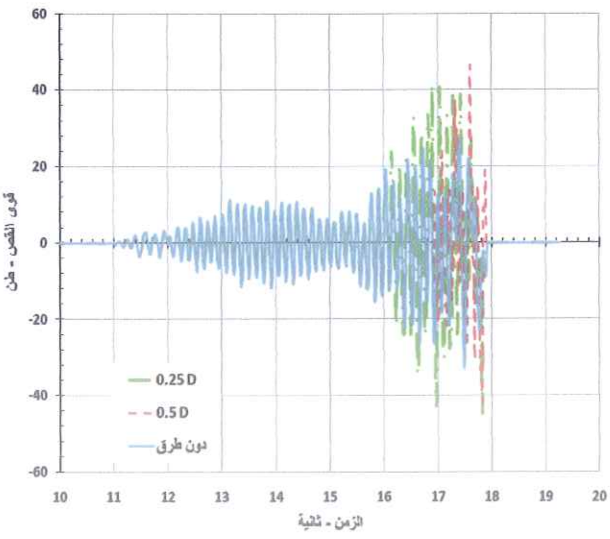
الشكل 21-b: قوى القص بالإطار رقم /A6/

بتطبيق سجل Northridge



الشكل 23-b: قوى القص بالإطار رقم /A1/

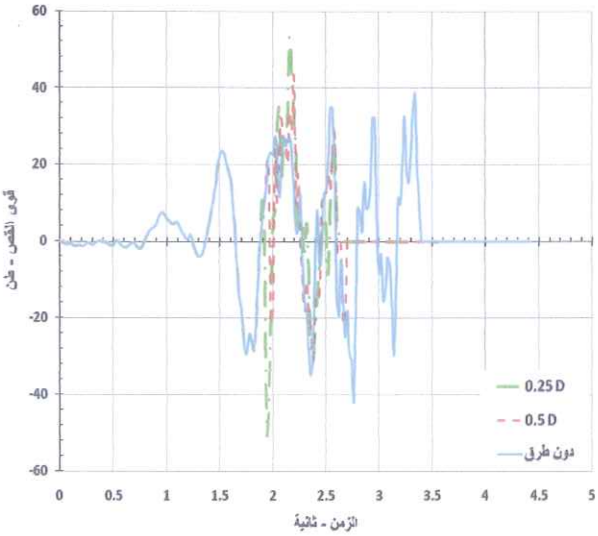
بتطبيق سجل Turkey



الشكل 24-b: قوى القص بالإطار رقم /A6/

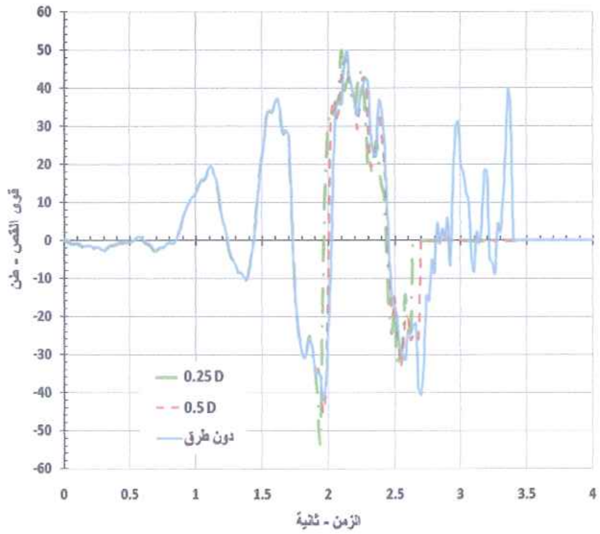
بتطبيق سجل Turkey

دراسة الطرق بين النموذجين B1 - B2



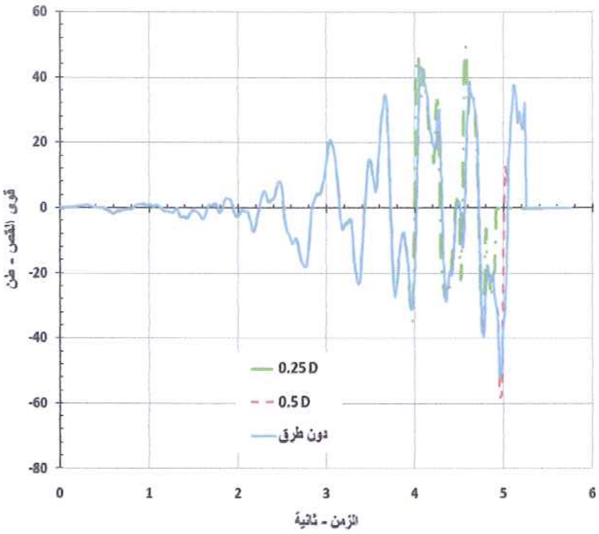
الشكل 25-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل El centro



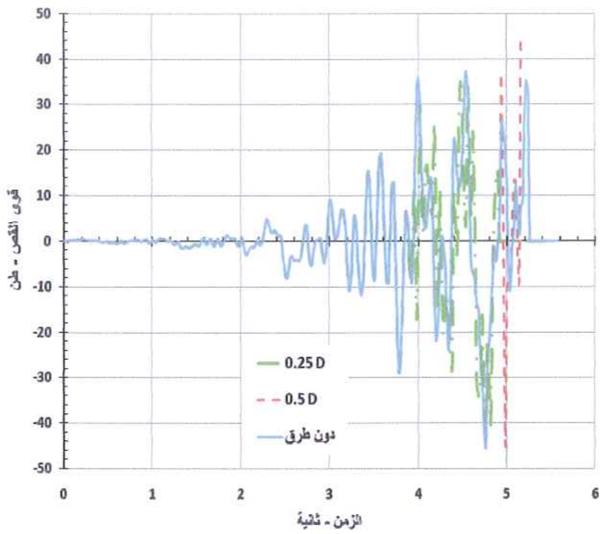
الشكل 26-b: قوى القص بالإطار رقم /B2/

بتطبيق سجل El centro



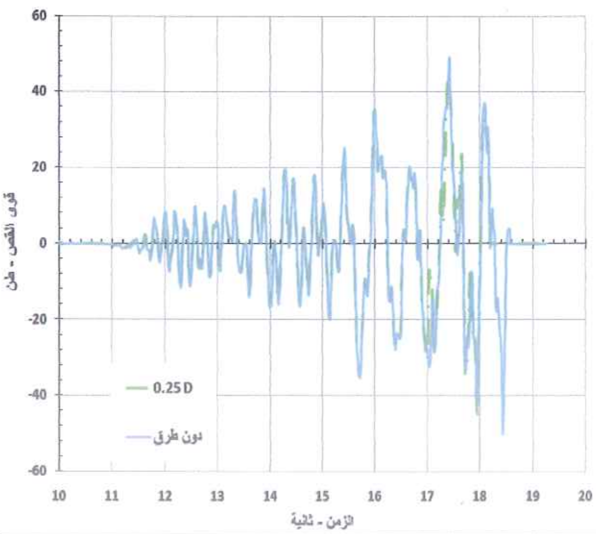
الشكل 27-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل Northridge



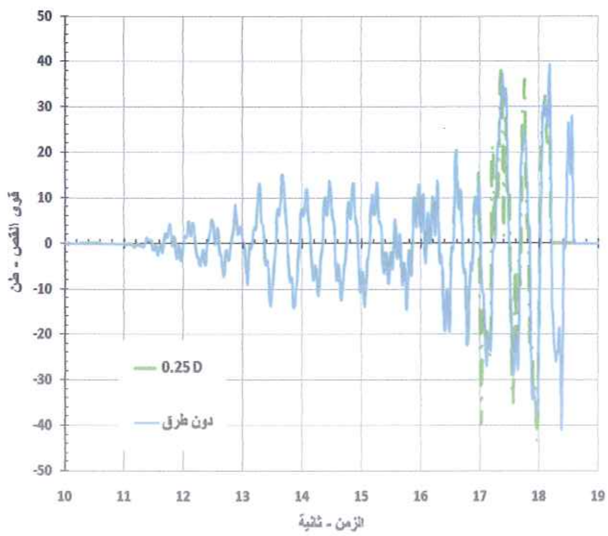
الشكل 28-b: قوى القص بالإطار رقم /B2/

بتطبيق سجل Northridge



الشكل 29-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/

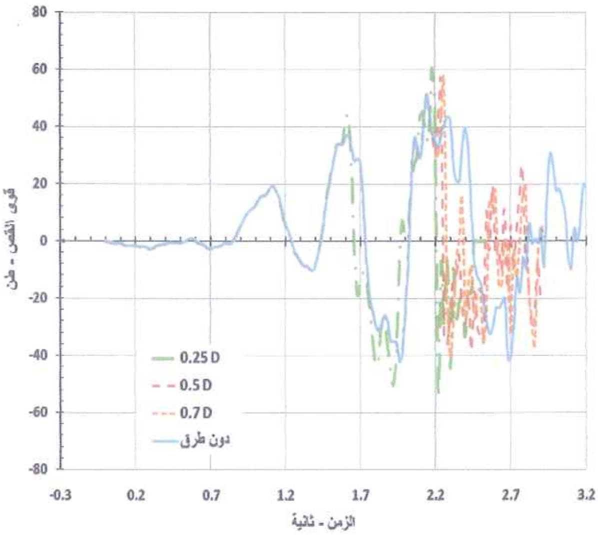
بتطبيق سجل Turkey



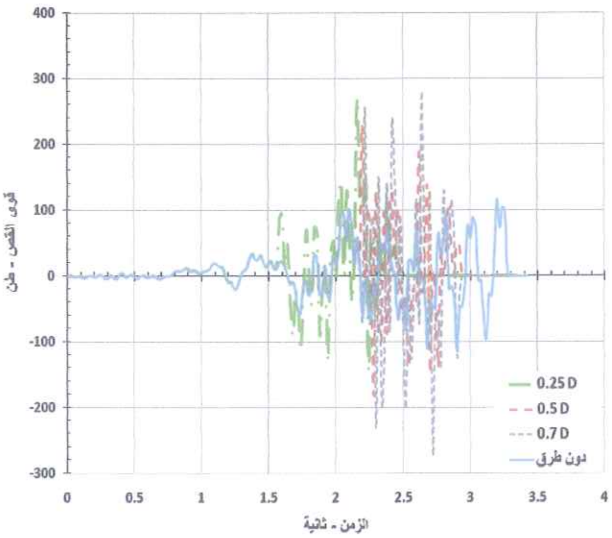
الشكل 30-b: قوى القص بالإطار رقم /B2/

بتطبيق سجل Turkey

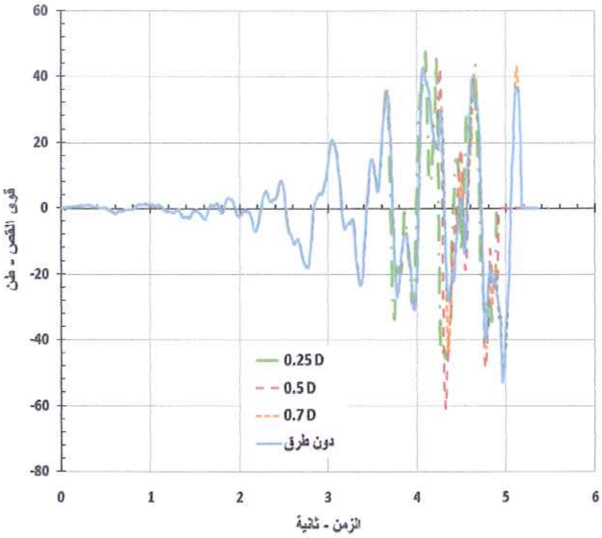
دراسة الطرق بين النموذجين B3 - B1



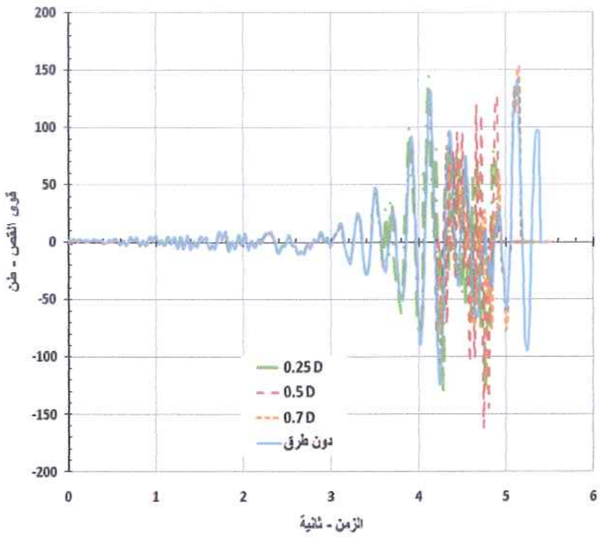
الشكل 31-b:قوى القص بالإطار رقم /B1/
بتطبيق سجل El centro



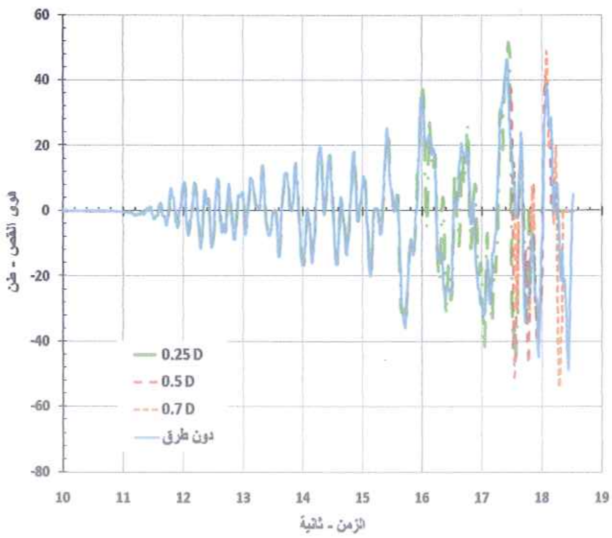
الشكل 32-b: قوى القص بالإطار رقم /B3/
بتطبيق سجل El centro



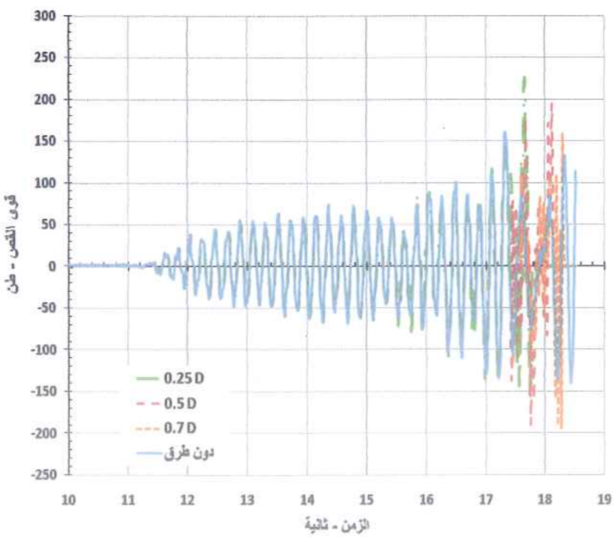
الشكل 33-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/
بتطبيق سجل Northridge



الشكل 34-b: قوى القص بالإطار رقم /B3/
بتطبيق سجل Northridge

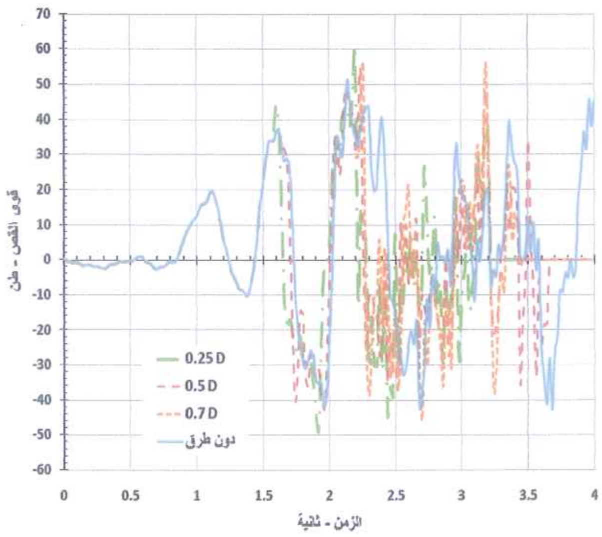


الشكل35-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/
بتطبيق سجل Turkey



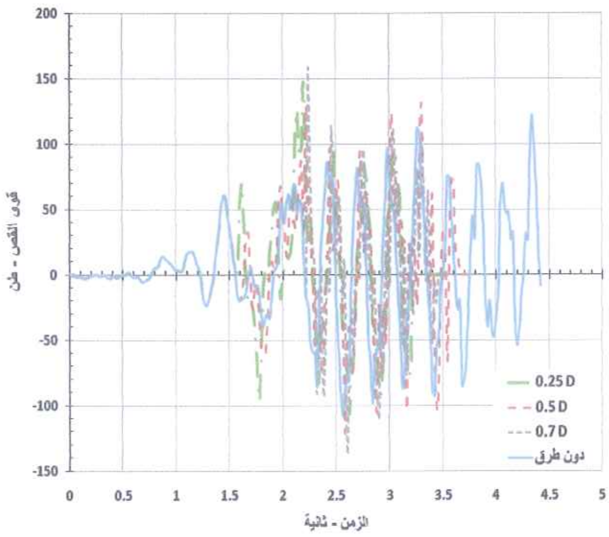
الشكل 36-b: قوى القص بالإطار رقم /B3/
بتطبيق سجل Turkey

دراسة الطرق بين النموذجين B5 - B1



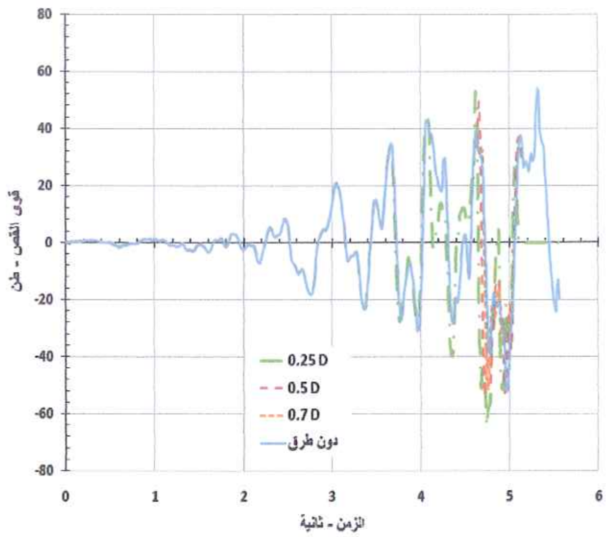
الشكل 37-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل El centro



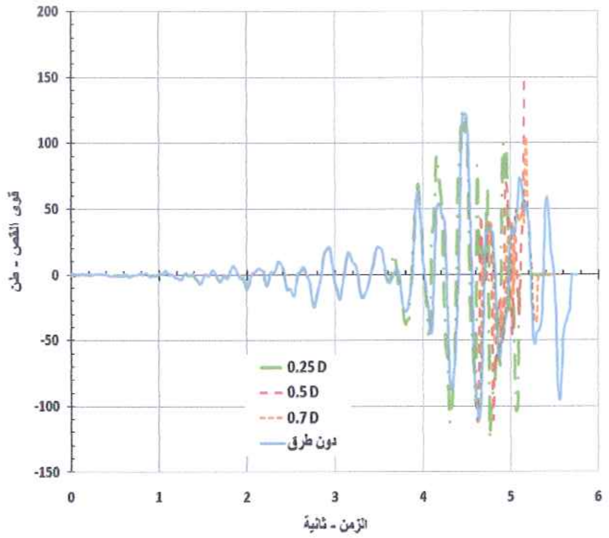
الشكل 38-b: قوى القص بالإطار رقم /B5/

بتطبيق سجل El centro



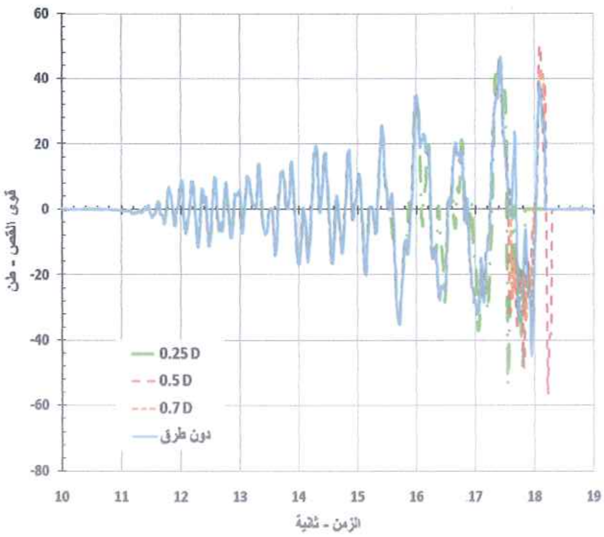
الشكل 39-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل Northridge



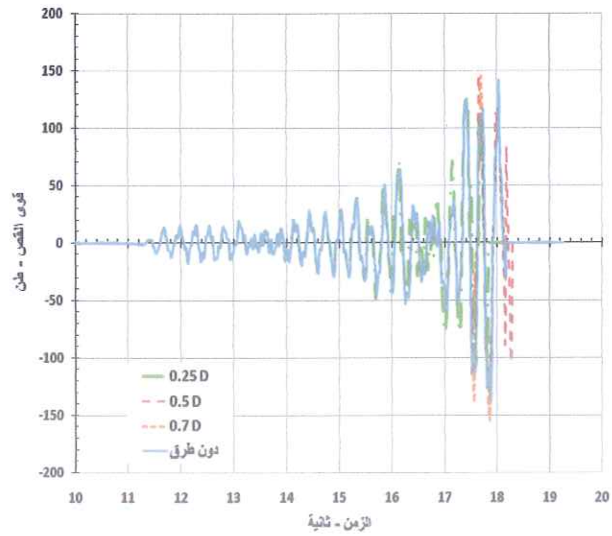
الشكل 40-b: قوى القص بالإطار رقم /B5/

بتطبيق سجل Northridge



الشكل 41-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/

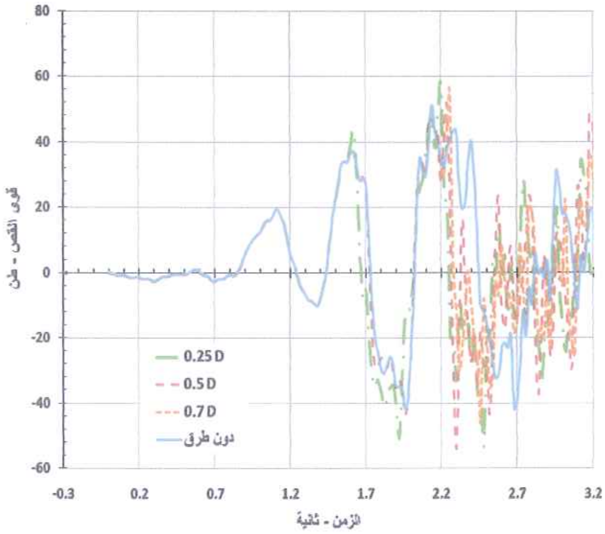
بتطبيق سجل Turkey



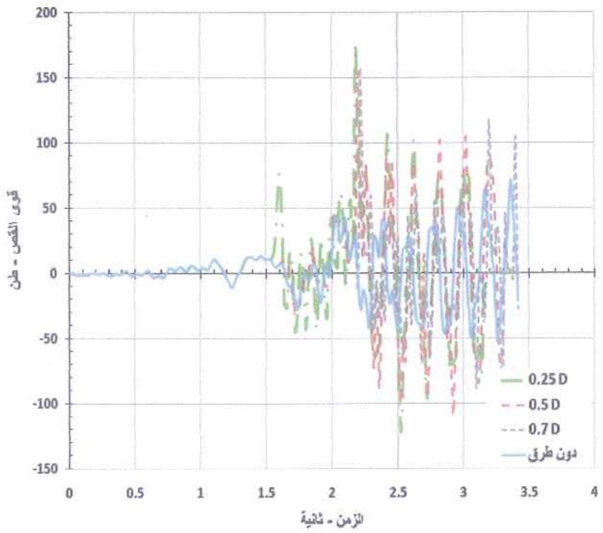
الشكل 42-b: قوى القص بالإطار رقم /B5/

بتطبيق سجل Turkey

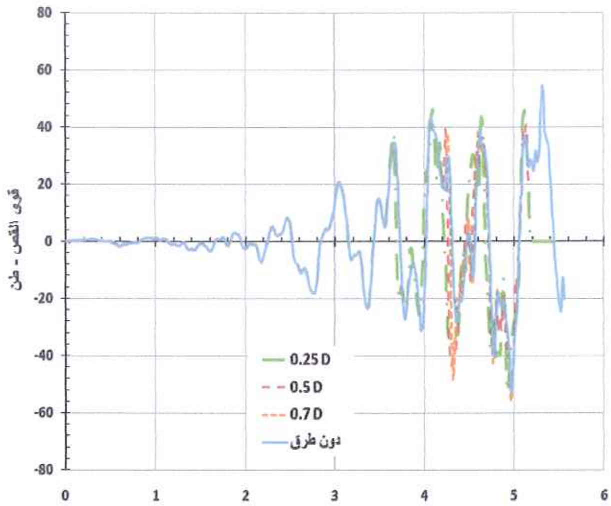
دراسة الطرق بين النموذجين B6 - B1



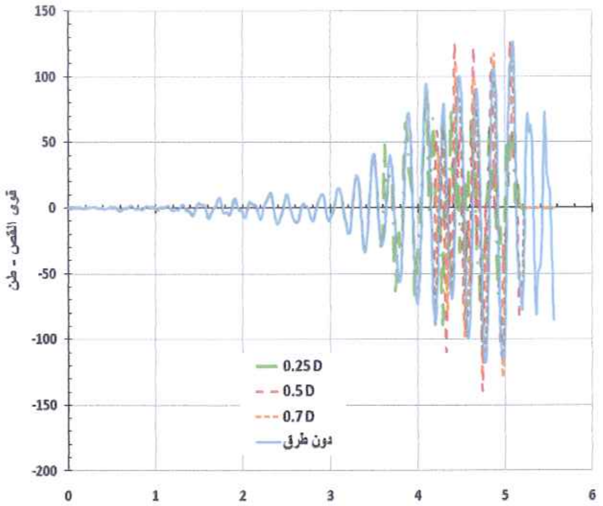
الشكل 43-b:قوى القص بالإطار رقم /٧/
بتطبيق سجل El centro



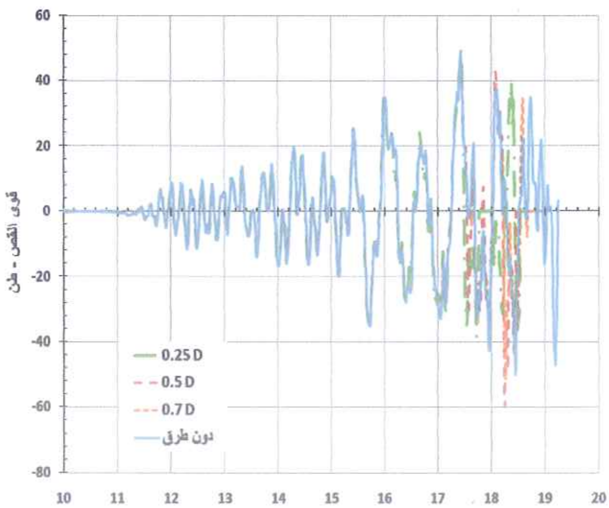
الشكل 44-b: قوى القص بالإطار رقم /١٢/
بتطبيق سجل El centro



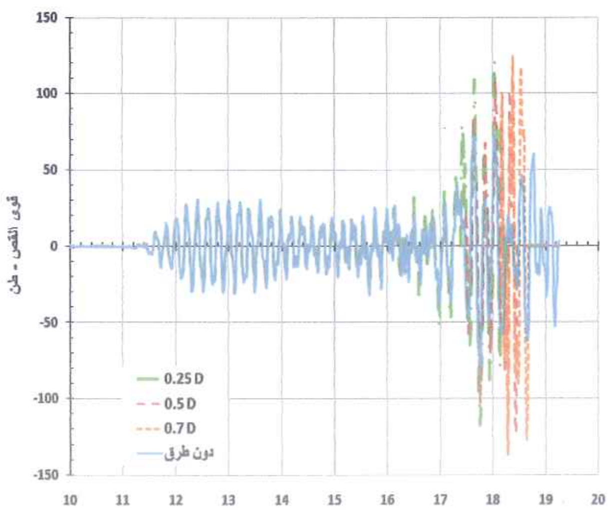
الشكل 45-b: قوى القص بالإطار رقم /٧/
بتطبيق سجل Northridge



الشكل 46-b: قوى القص بالإطار رقم /١٢/
بتطبيق سجل Northridge

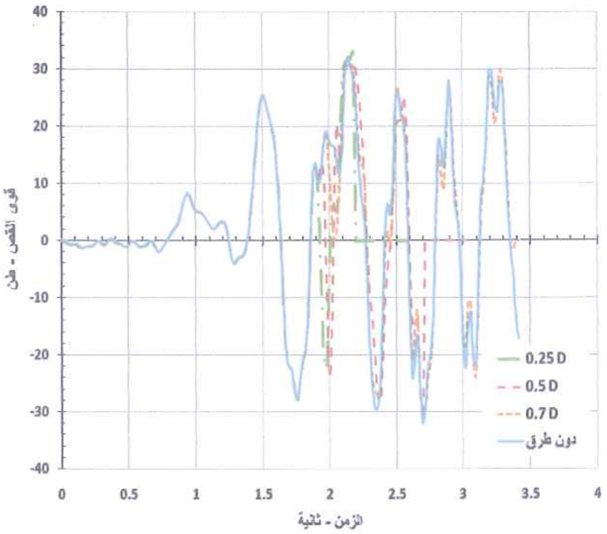


الشكل 47-b: قوى القص بالإطار رقم /٧/
بتطبيق سجل Turkey



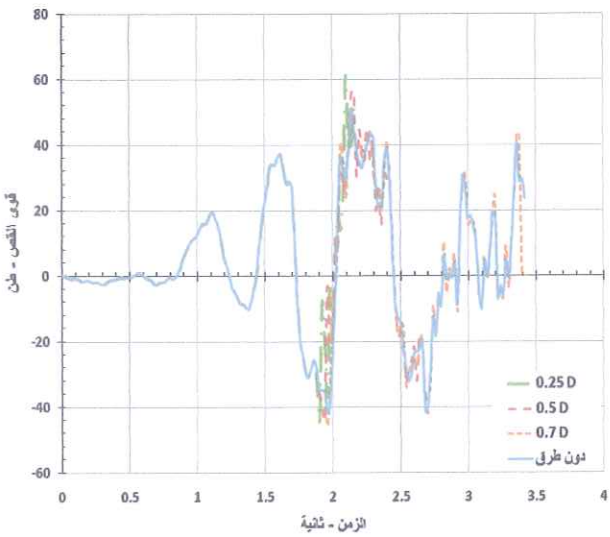
الشكل 48-b: قوى القص بالإطار رقم /١٢/
بتطبيق سجل Turkey

دراسة الطرق بين النموذجين A1 - B1



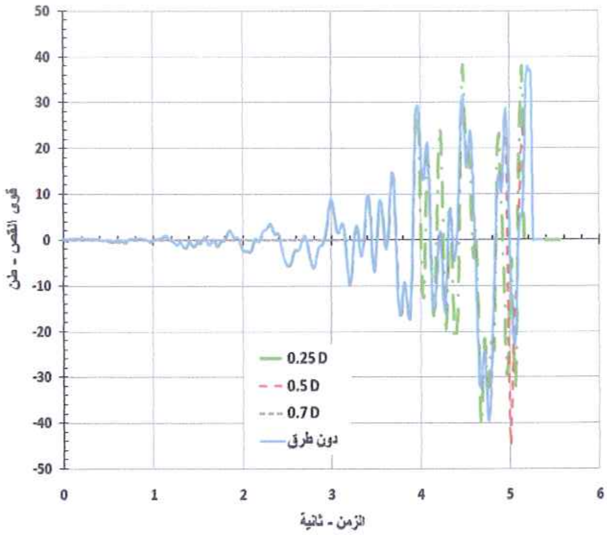
الشكل 49-b: قوى القص بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل El centro



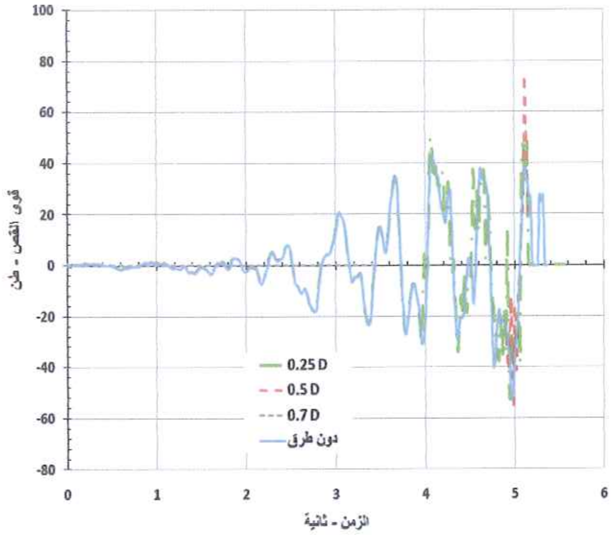
الشكل 50-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل El centro



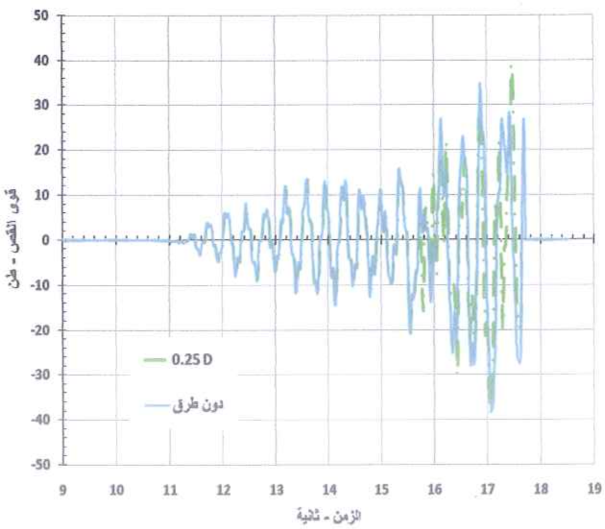
الشكل 51-b: قوى القص بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل Northridge



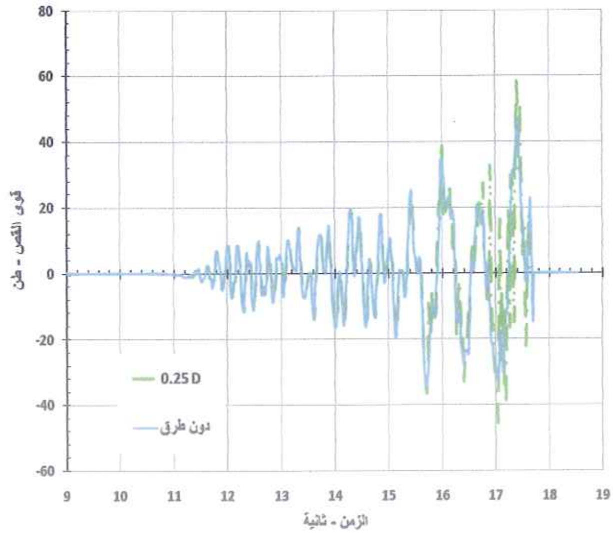
الشكل 52-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل Northridge



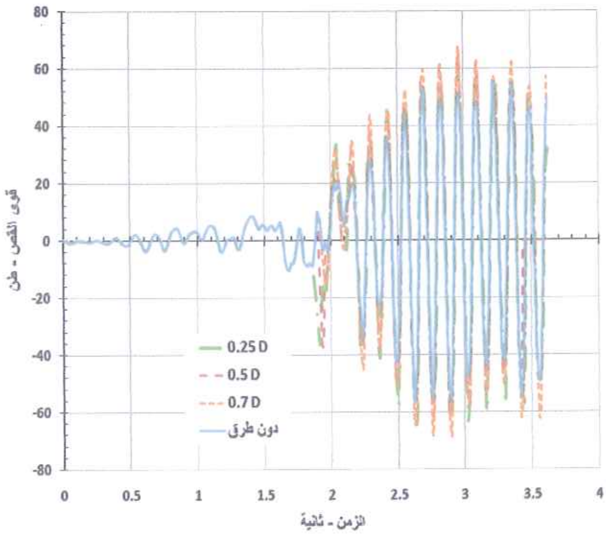
الشكل 53-b: قوى القص بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل Turkey

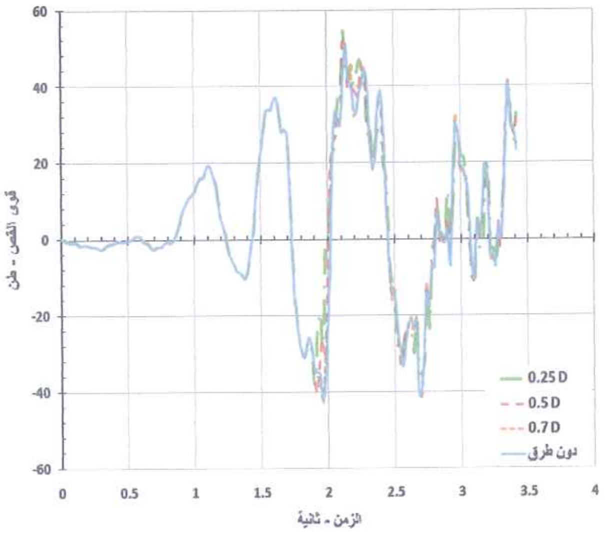


الشكل 54-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/

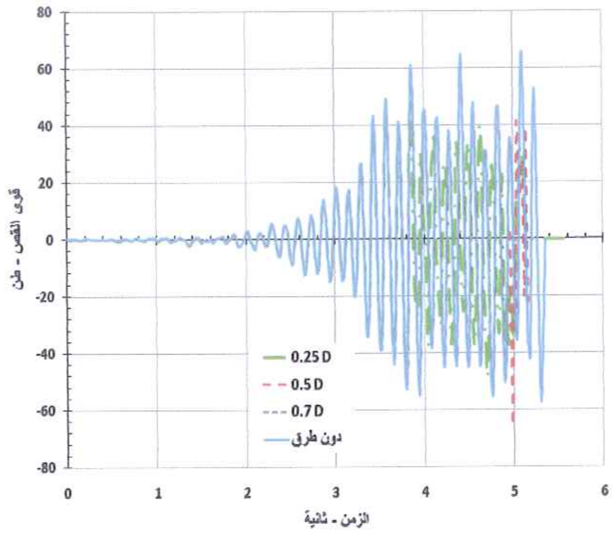
بتطبيق سجل Turkey



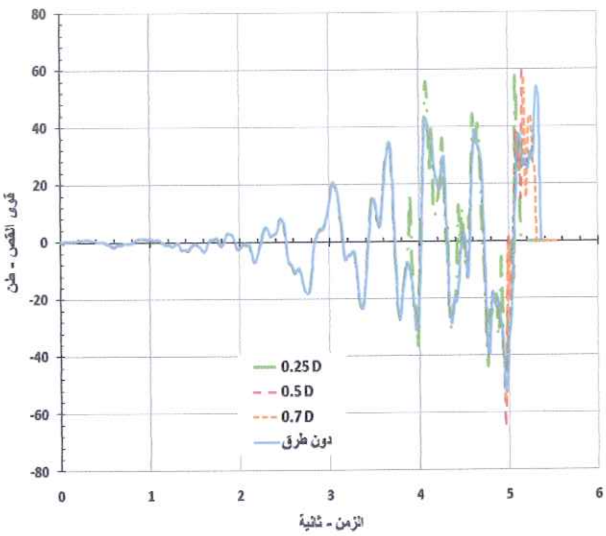
الشكل 55-b: قوى القص بالإطار رقم /A6/
بتطبيق سجل El centro



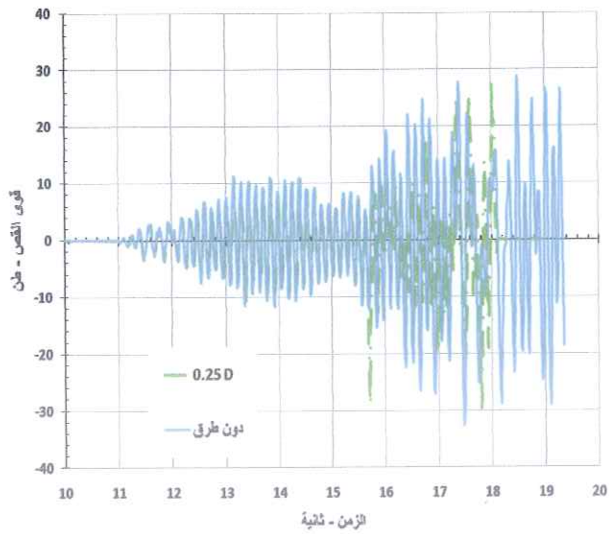
الشكل 56-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/
بتطبيق سجل El centro



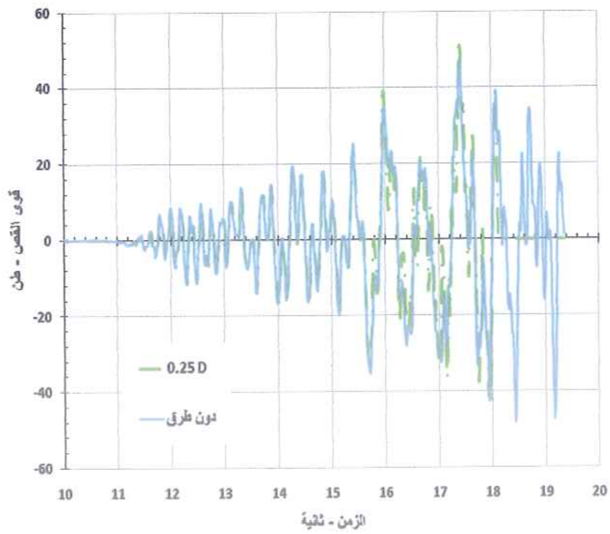
الشكل 57-b: قوى القص بالإطار رقم /A6/
بتطبيق سجل Northridge



الشكل 58-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/
بتطبيق سجل Northridge

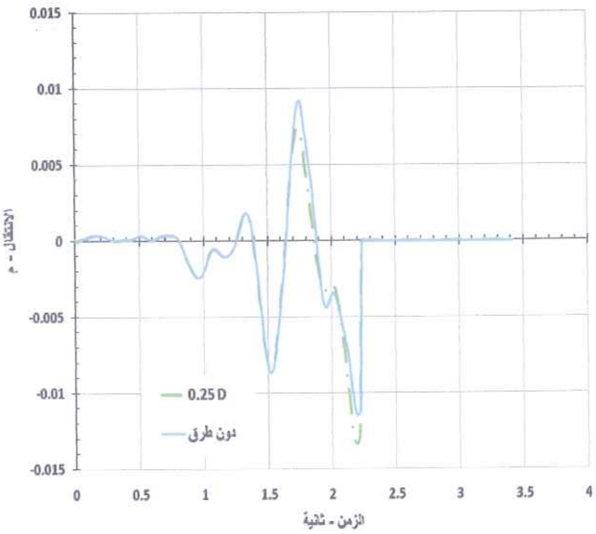


الشكل 59-b: قوى القص بالإطار رقم /A6/
بتطبيق سجل Turkey



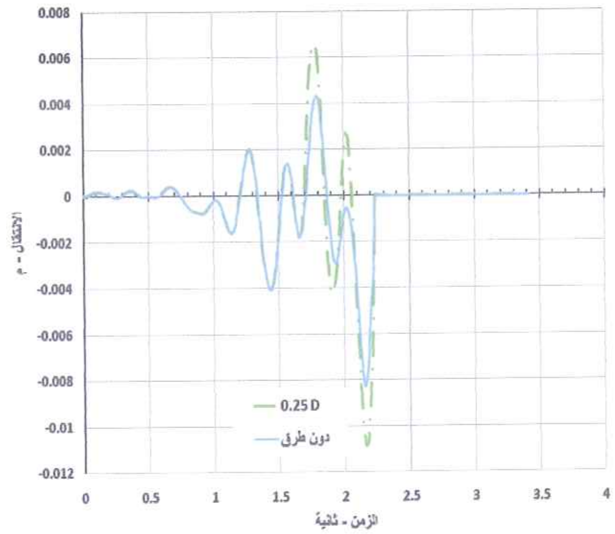
الشكل 60-b: قوى القص بالإطار رقم /B1/
بتطبيق سجل Turkey

دراسة الطرق بين الإطارين A2 - A1



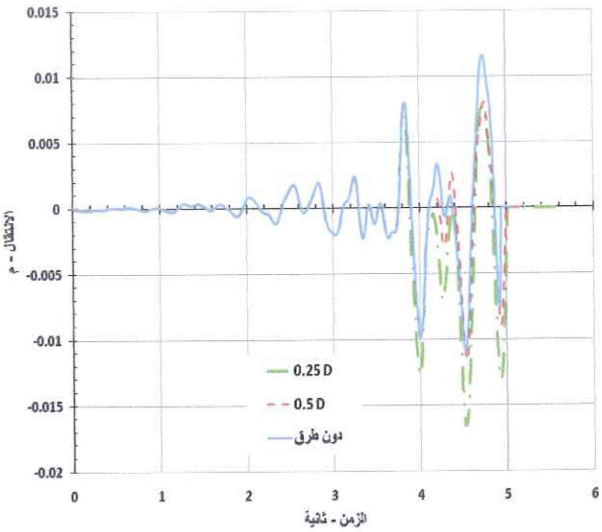
الشكل 61-b: الانتقالات بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل El centro



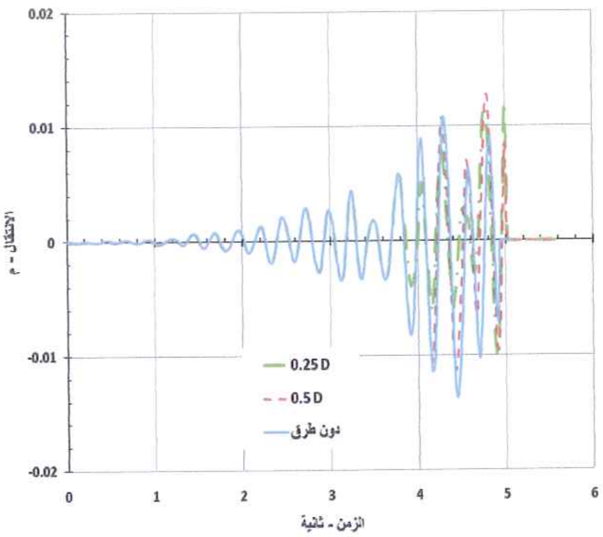
الشكل 62-b: الانتقالات بالإطار رقم /A2/

بتطبيق سجل El centro



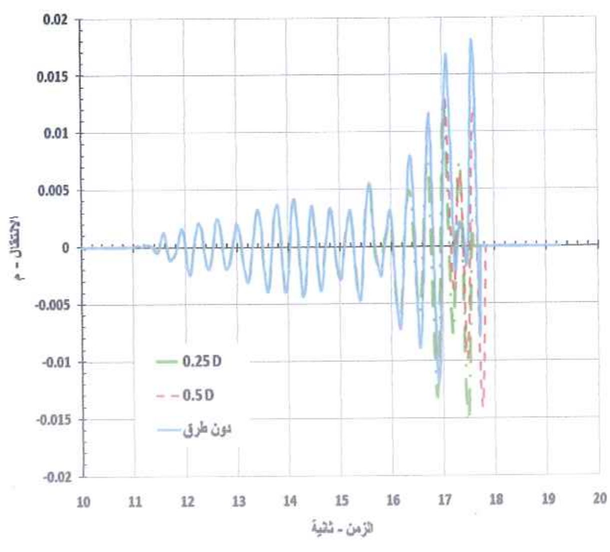
الشكل 63-b: الانتقالات بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل Northridge



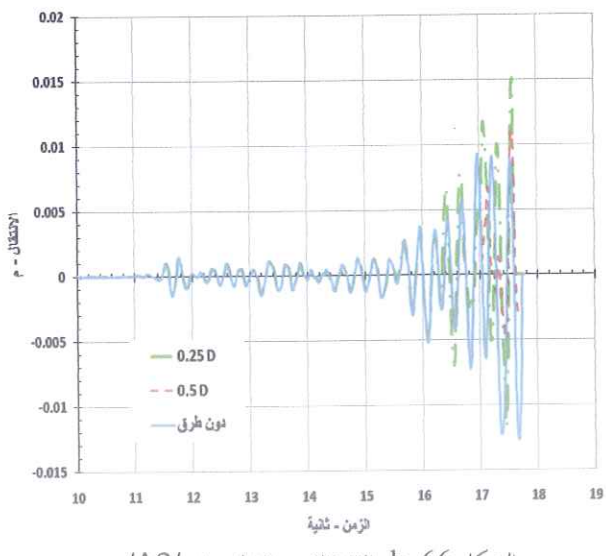
الشكل 64-b: الانتقالات بالإطار رقم /A2/

بتطبيق سجل Northridge



الشكل 65-b: الانتقالات بالإطار رقم /A1/

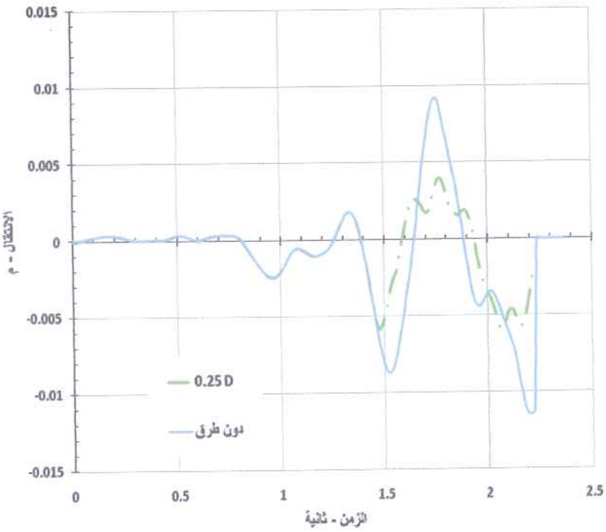
بتطبيق سجل Turkey



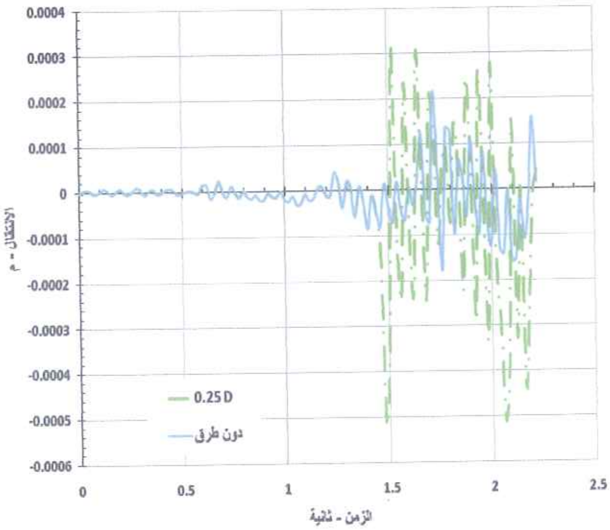
الشكل 66-b: الانتقالات بالإطار رقم /A2/

بتطبيق سجل Turkey

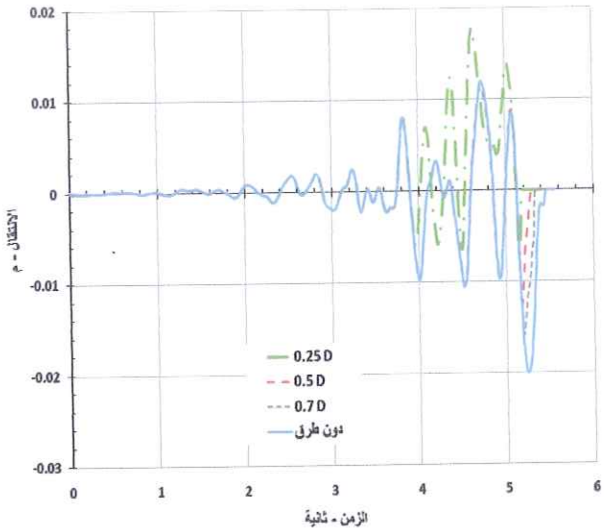
دراسة الطرق بين الإطارين A3 - A1



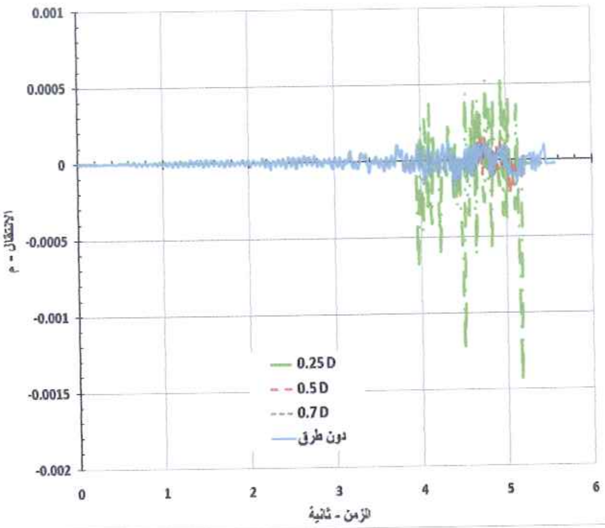
الشكل b-67:الانتقالات بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل El centro



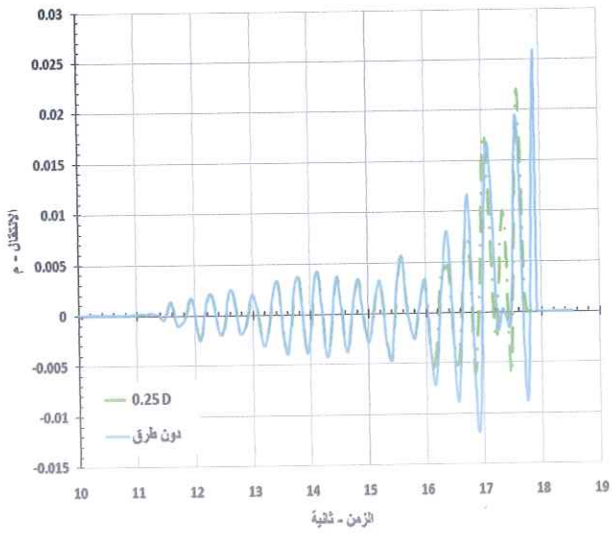
الشكل b-68: الانتقالات بالإطار رقم /A3/
بتطبيق سجل El centro



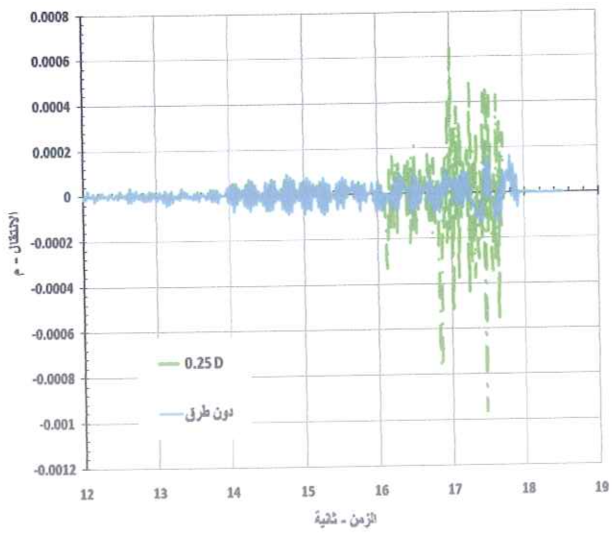
الشكل b-69: الانتقالات بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل Northridge



الشكل b-70: الانتقالات بالإطار رقم /A3/
بتطبيق سجل Northridge

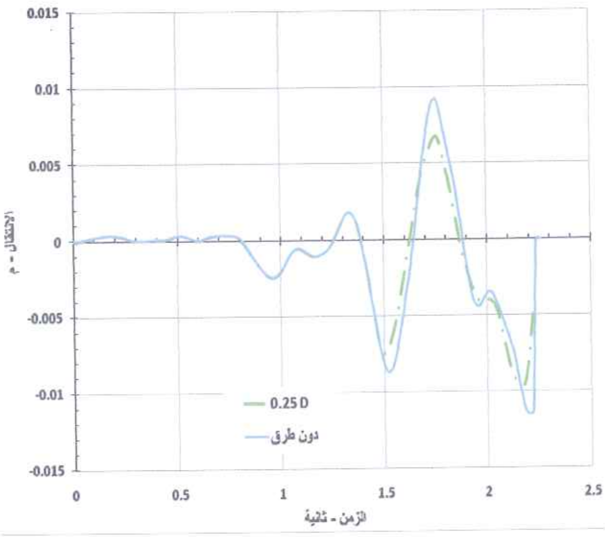


الشكل b-71: الانتقالات بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل Turkey

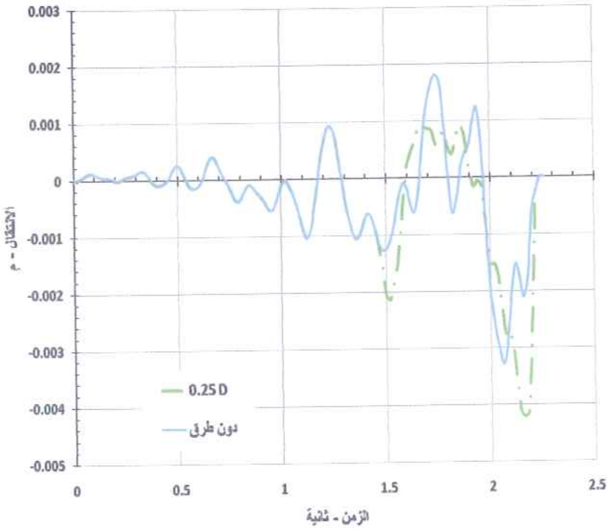


الشكل b-72: الانتقالات بالإطار رقم /A3/
بتطبيق سجل Turkey

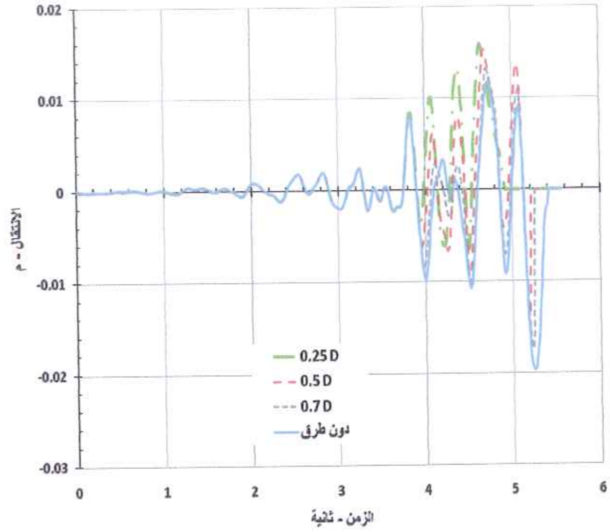
دراسة الطرق بين النموذجين A5 - A1



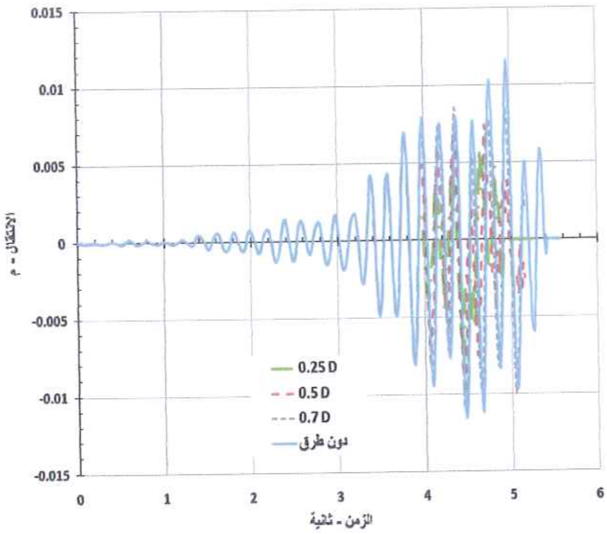
الشكل 73-b:الانتقالات بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل El centro



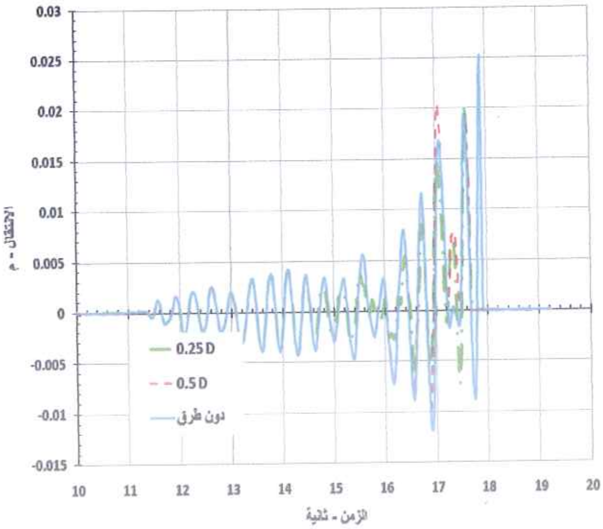
الشكل 74-b: الانتقالات بالإطار رقم /A5/
بتطبيق سجل El centro



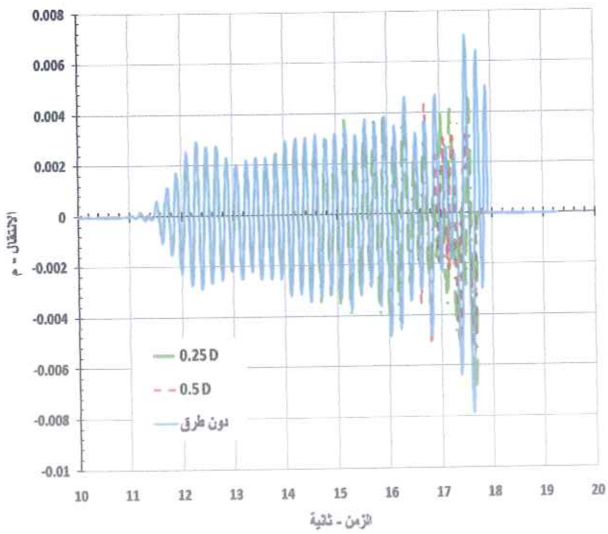
الشكل 75-b: الانتقالات بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل Northridge



الشكل 76-b: الانتقالات بالإطار رقم /A5/
بتطبيق سجل Northridge

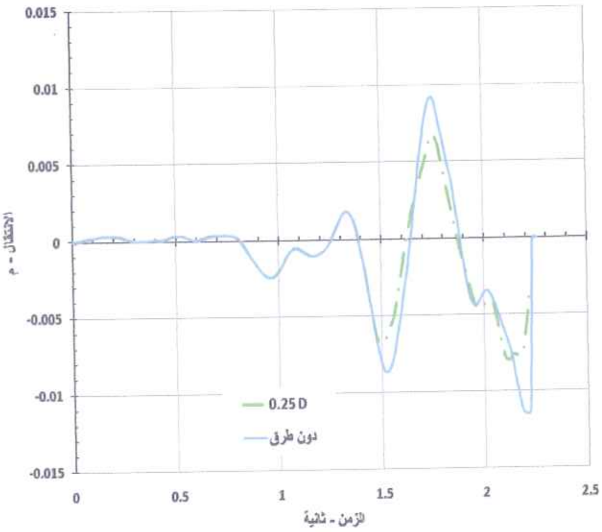


الشكل 77-b: الانتقالات بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل Turkey

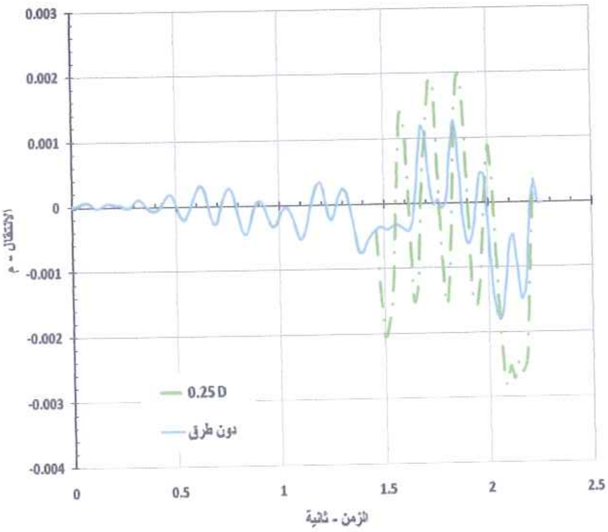


الشكل 78-b: الانتقالات بالإطار رقم /A5/
بتطبيق سجل Turkey

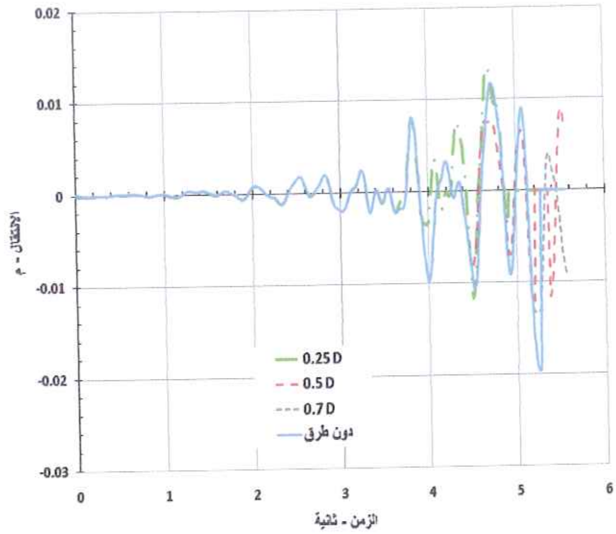
دراسة الطرق بين النموذجين A6 - A1



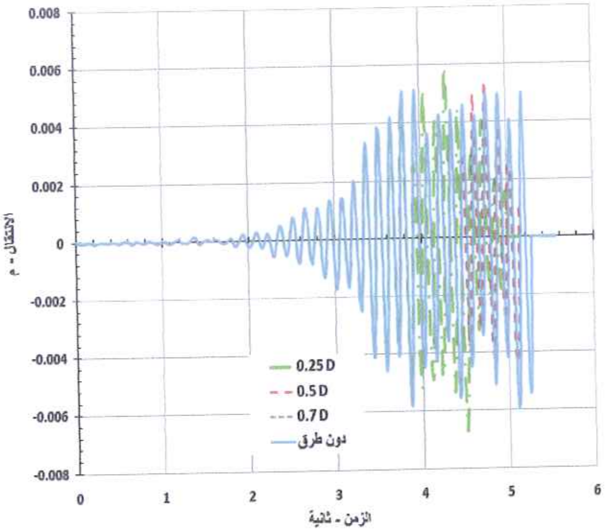
الشكل b-79:الانتقالات بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل El centro



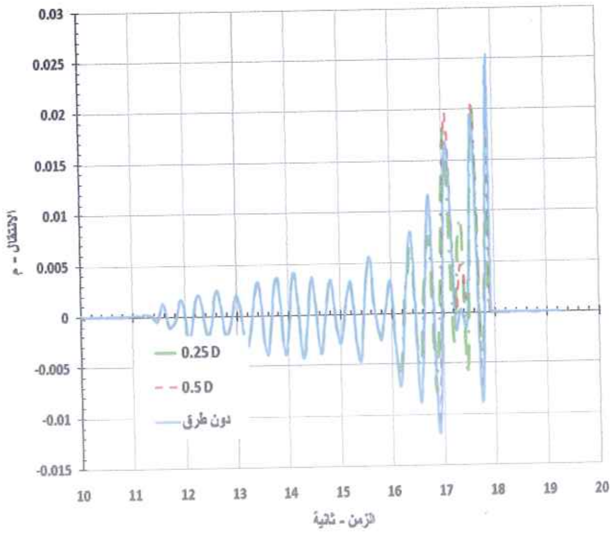
الشكل b-80: الانتقالات بالإطار رقم /A6/
بتطبيق سجل El centro



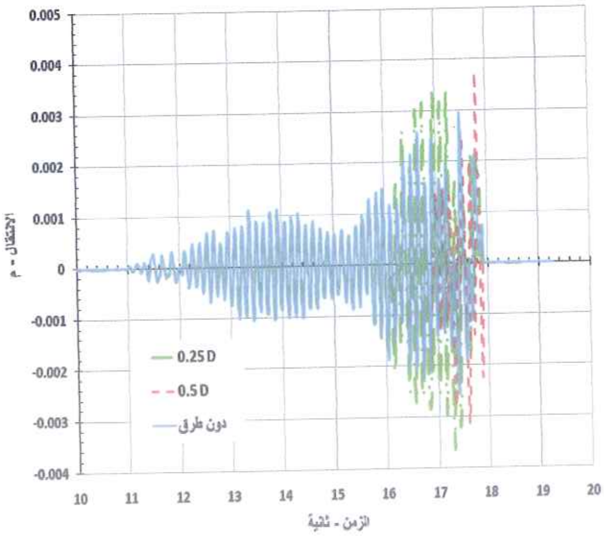
الشكل b-81: الانتقالات بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل Northridge



الشكل b-82: الانتقالات بالإطار رقم /A6/
بتطبيق سجل Northridge

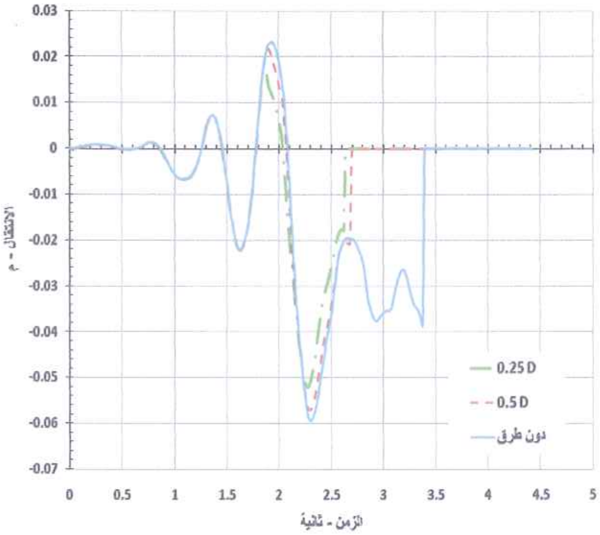


الشكل b-83: الانتقالات بالإطار رقم /A1/
بتطبيق سجل Turkey



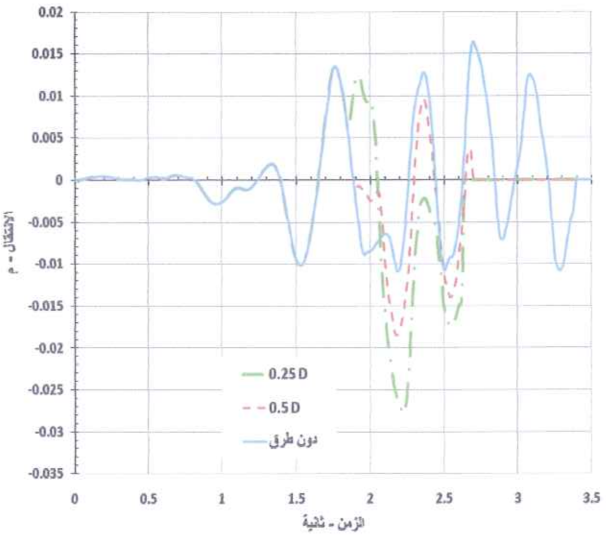
الشكل b-84: الانتقالات بالإطار رقم /A6/
بتطبيق سجل Turkey

دراسة الطرق بين النموذجين B2 - B1



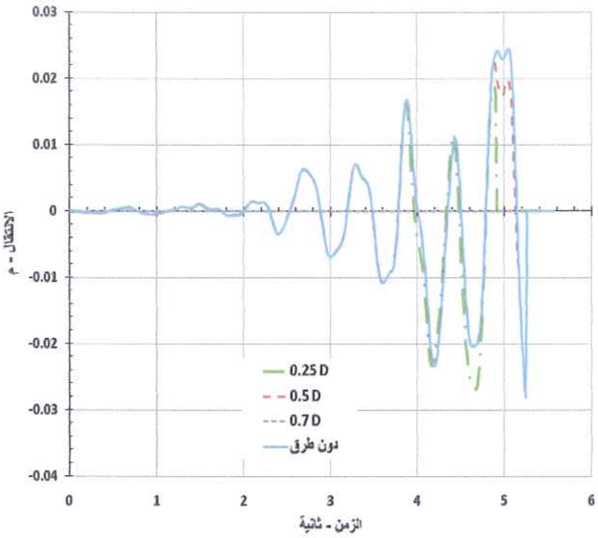
الشكل 85-b:الانتقالات بالنموذج /B1/

بتطبيق سجل El centro



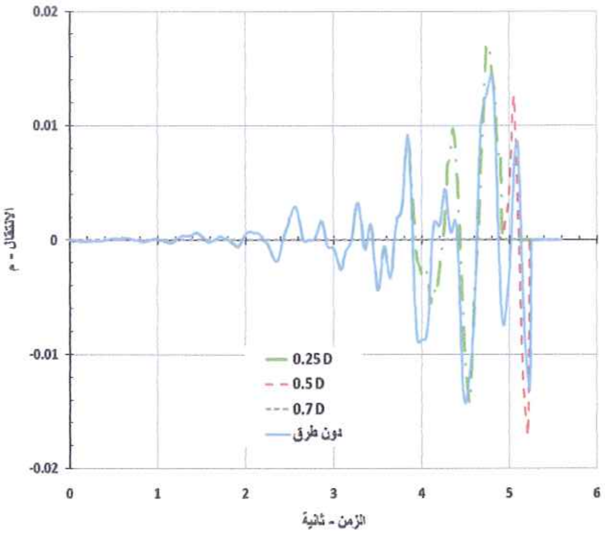
الشكل 86-b: الانتقالات بالنموذج رقم /B2/

بتطبيق سجل El centro



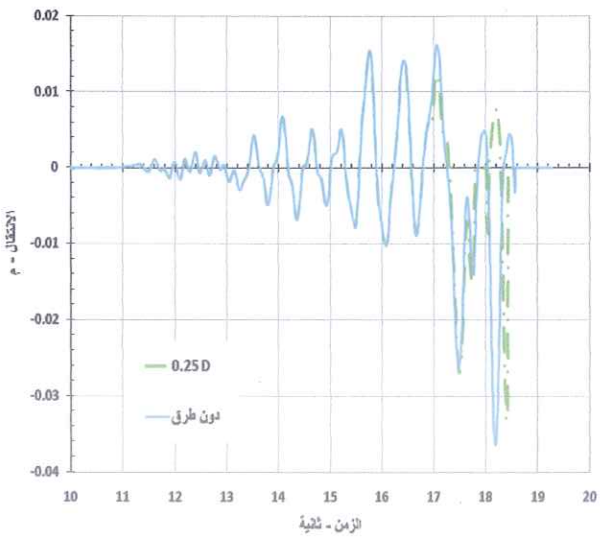
الشكل 87-b: الانتقالات بالنموذج /B1/

بتطبيق سجل Northridge



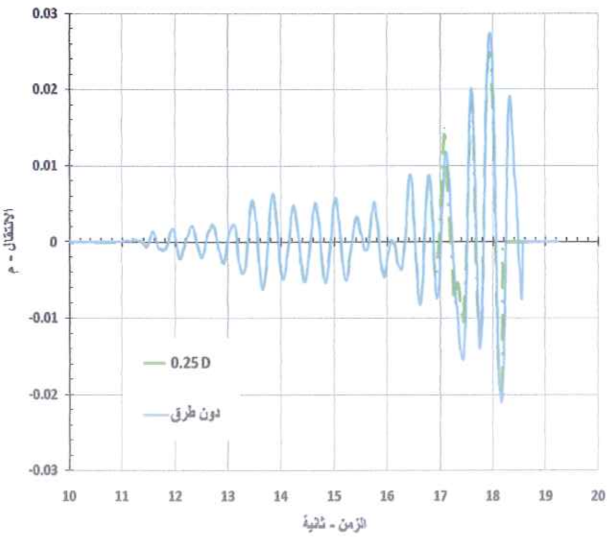
الشكل 88-b: الانتقالات بالنموذج /B2/

بتطبيق سجل Northridge



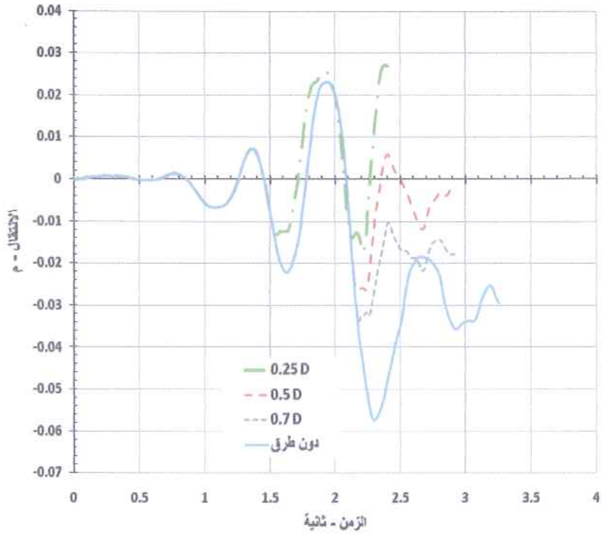
الشكل 89-b: الانتقالات بالنموذج /B1/

بتطبيق سجل Turkey



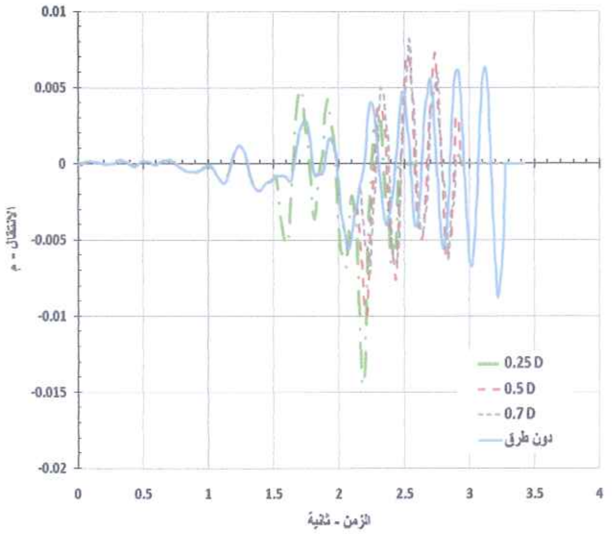
الشكل 90-b: الانتقالات بالنموذج /B2/

بتطبيق سجل Turkey



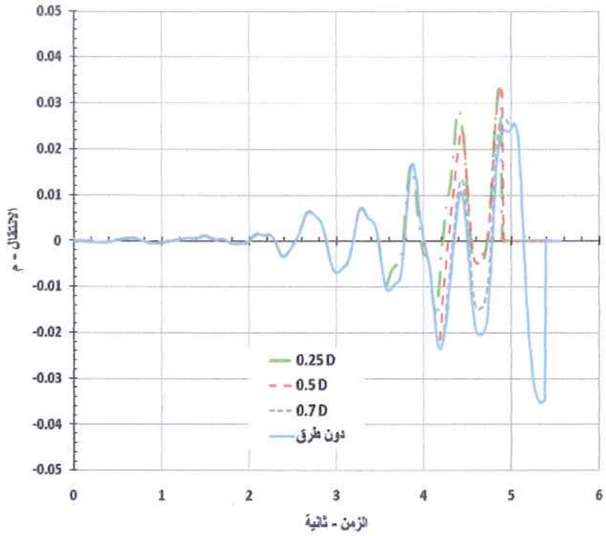
الشكل 91-b: الانتقالات /B1/

بتطبيق سجل El centro



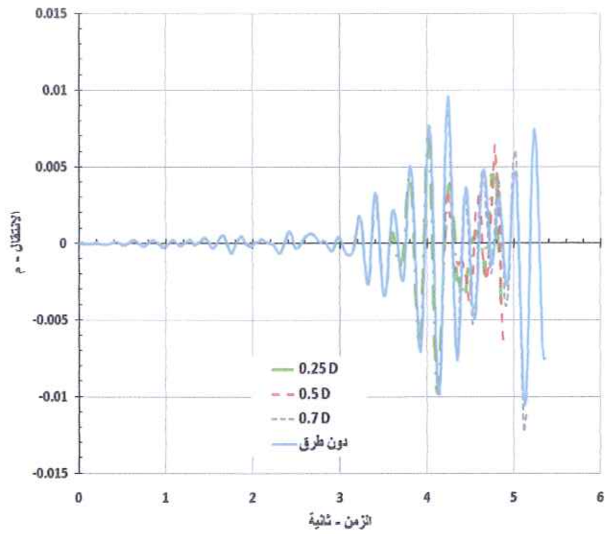
الشكل 92-b: الانتقالات بالإطار رقم /B3/

بتطبيق سجل El centro



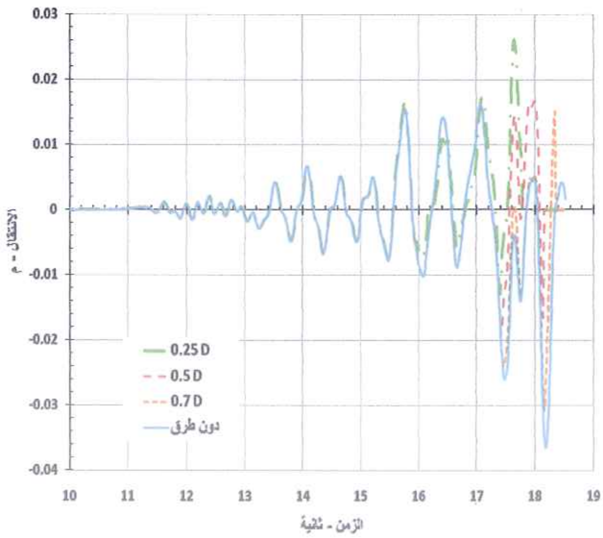
الشكل 93-b: الانتقالات بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل Northridge



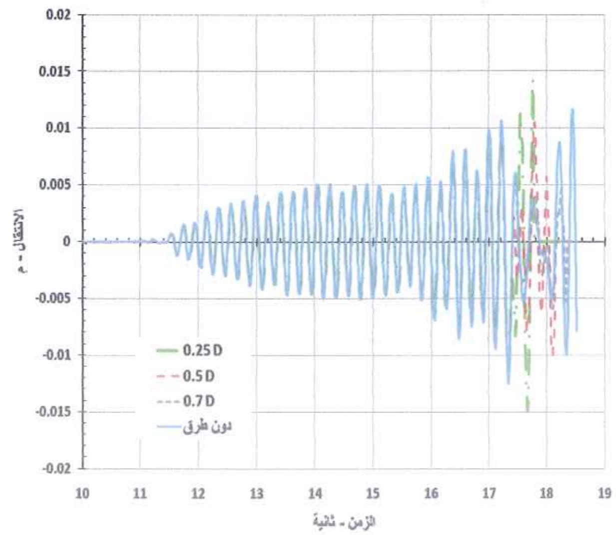
الشكل 94-b: الانتقالات بالإطار رقم /B3/

بتطبيق سجل Northridge



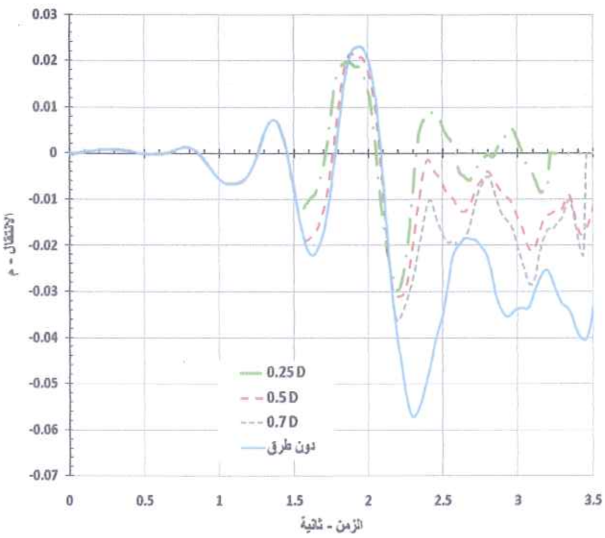
الشكل 95-b:الانتقالات بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل Turkey

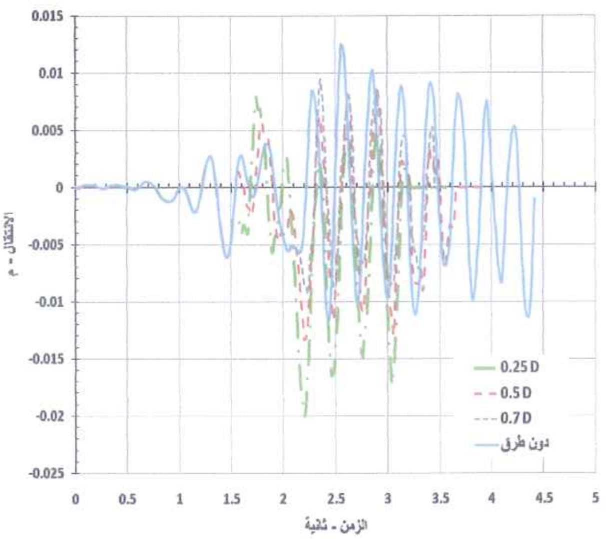


الشكل 96-b:الانتقالات بالإطار رقم /B3/

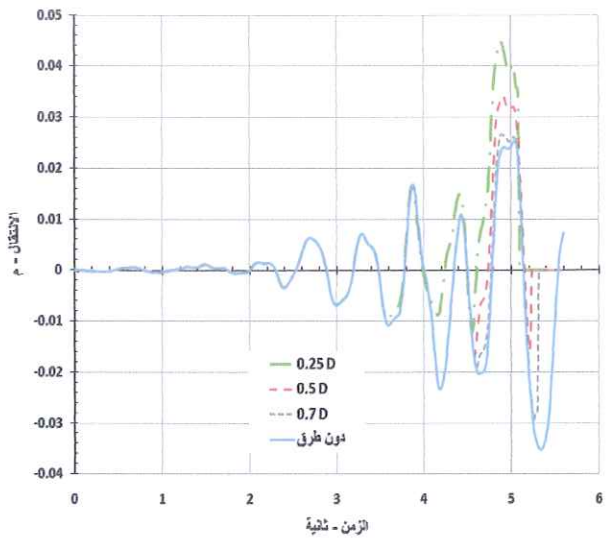
بتطبيق سجل Turkey



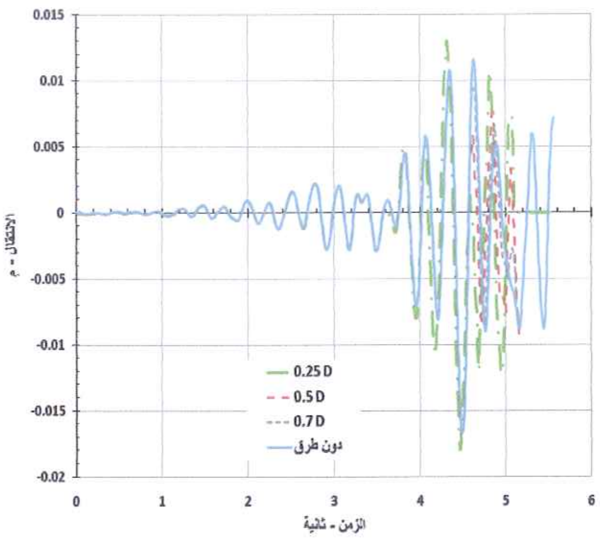
الشكل 97-b:الانتقالات بالإطار رقم /B1/
بتطبيق سجل El centro



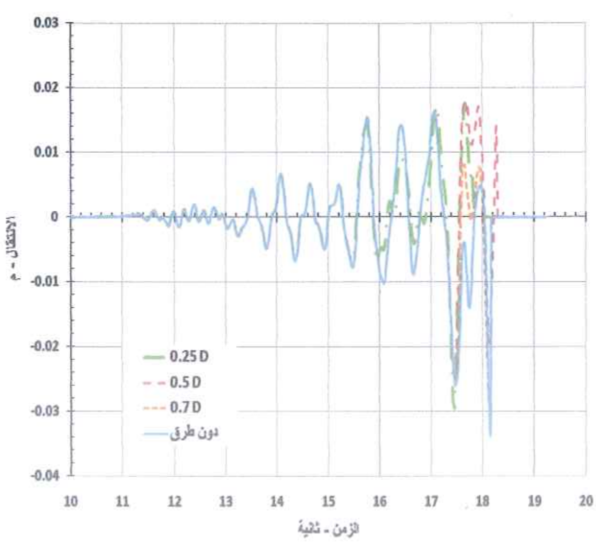
الشكل 98-b:الانتقالات بالإطار رقم /B5/
بتطبيق سجل El centro



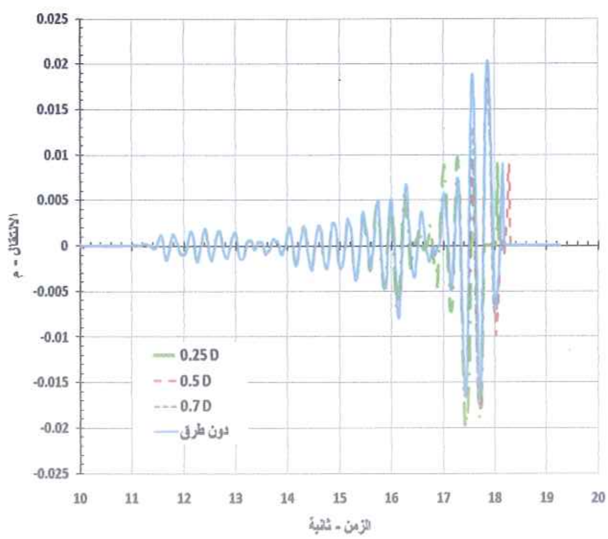
الشكل 99-b:الانتقالات بالإطار رقم /B1/
بتطبيق سجل Northridge



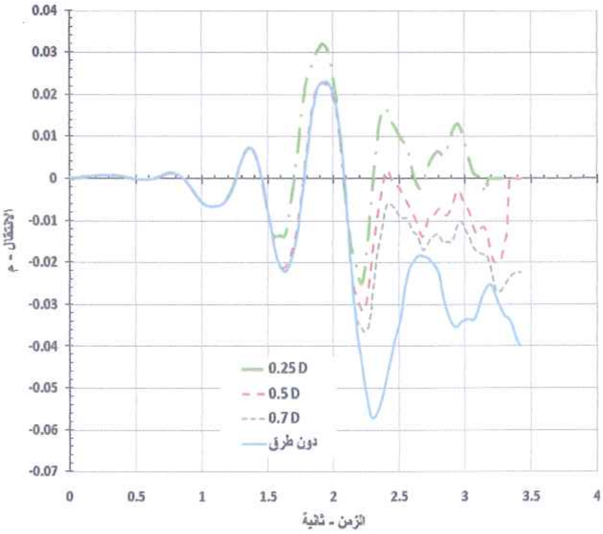
الشكل 100-b:الانتقالات بالإطار رقم /B5/
بتطبيق سجل Northridge



الشكل 101-b: الانتقالات بالإطار رقم /B1/
بتطبيق سجل Turkey

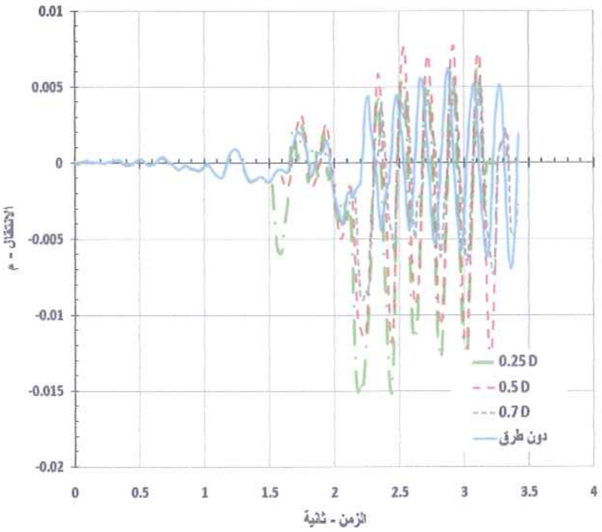


الشكل 102-b: الانتقالات بالإطار رقم /B5/
بتطبيق سجل Turkey



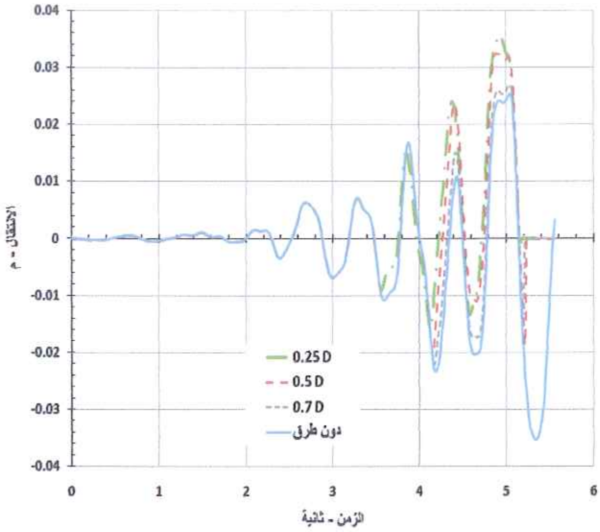
الشكل 103-b:الانتقالات بالنموذج /B1/

بتطبيق سجل El centro



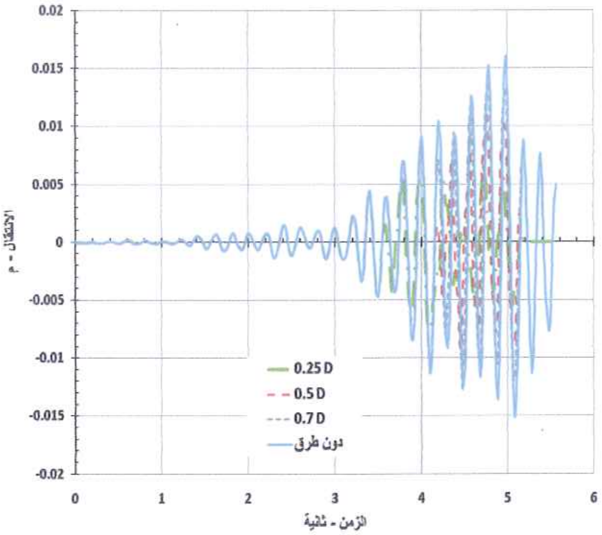
الشكل 104-b: الانتقالات بالنموذج /B6/

بتطبيق سجل El centro



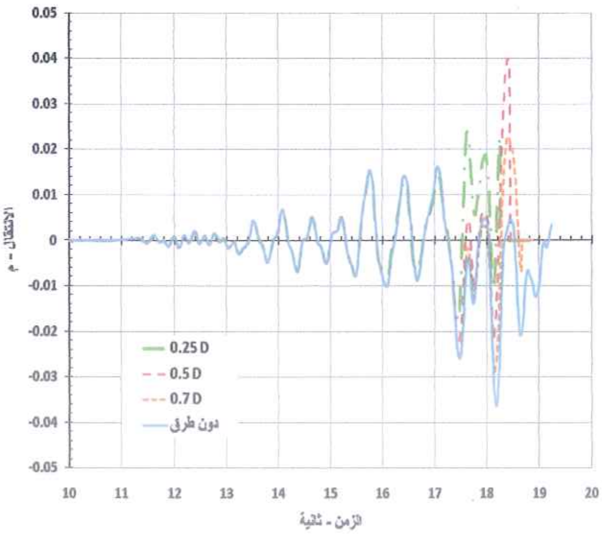
الشكل 105-b: الانتقالات بالنموذج /B1/

بتطبيق سجل Northridge



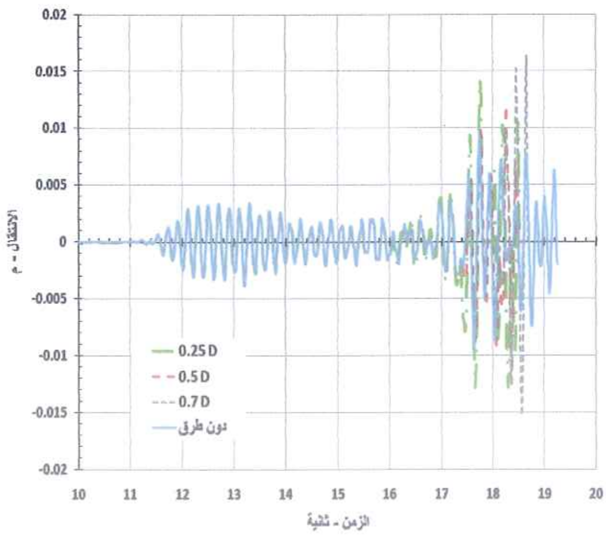
الشكل 106-b: الانتقالات بالنموذج /B6/

بتطبيق سجل Northridge



الشكل 107-b: الانتقالات بالنموذج /B1/

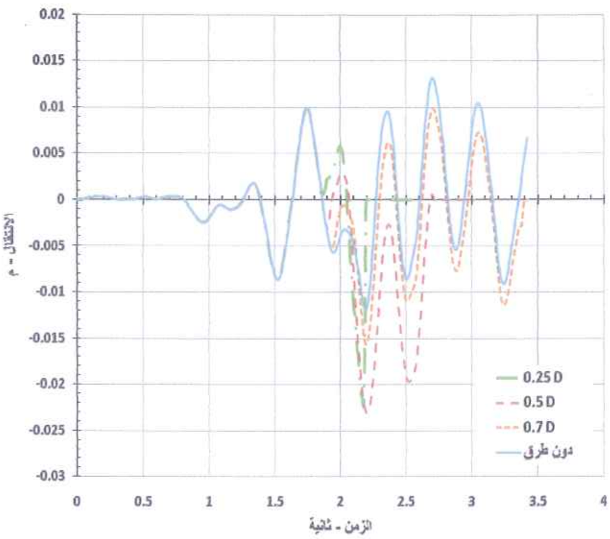
بتطبيق سجل Turkey



الشكل 108-b: الانتقالات بالنموذج /B6/

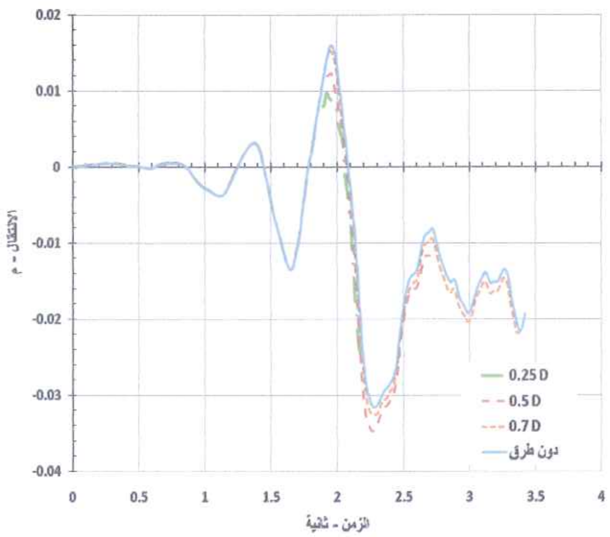
بتطبيق سجل Turkey

دراسة الطرق بين النموذجين B1 - A1



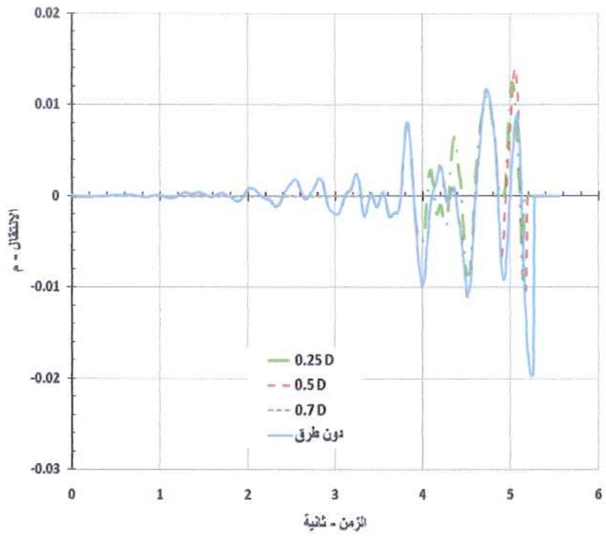
الشكل 109-b:الانتقالات بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل El centro



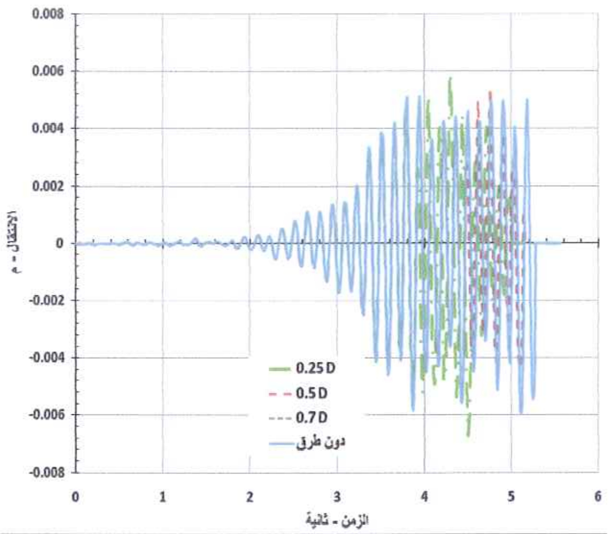
الشكل 110-b:الانتقالات بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل El centro



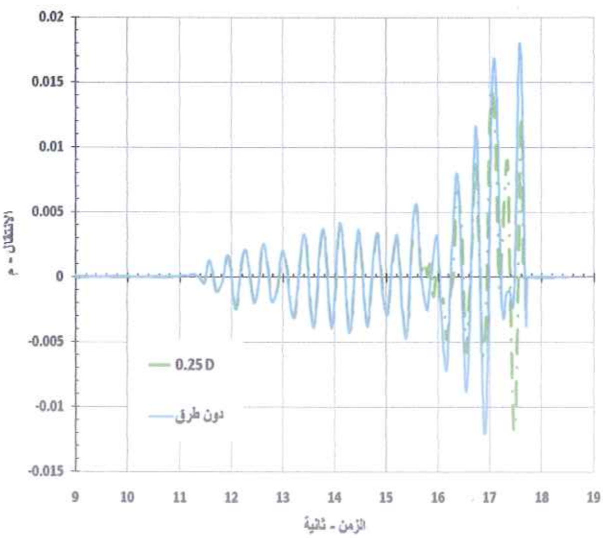
الشكل 111-b:الانتقالات بالإطار رقم /A1/

بتطبيق سجل Northridge



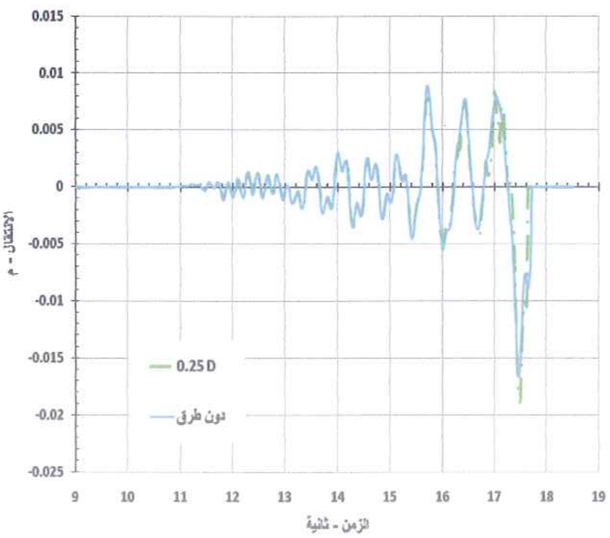
الشكل 112-b:الانتقالات بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل Northridge



الشكل 113-b:الانتقالات بالإطار رقم /A1/

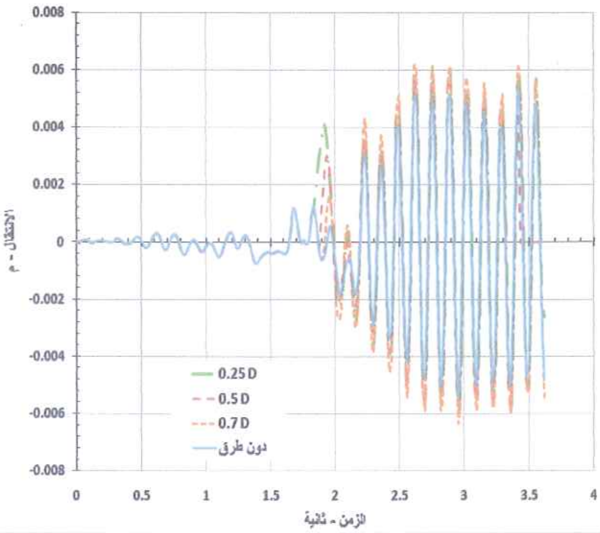
بتطبيق سجل Turkey



الشكل 114-b:الانتقالات بالإطار رقم /B1/

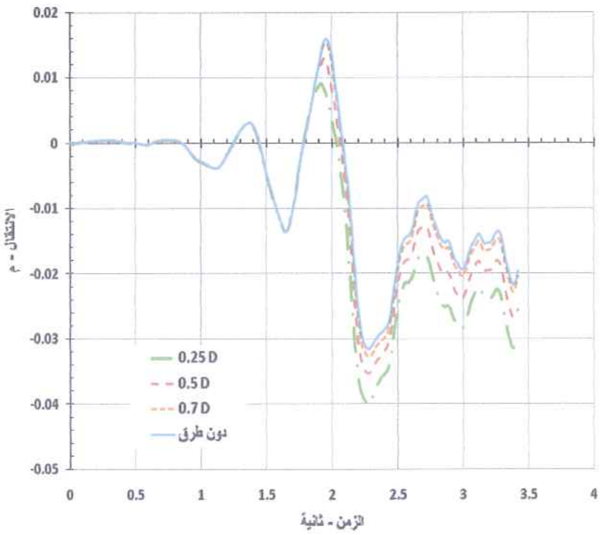
بتطبيق سجل Turkey

دراسة الطرق بين الإطارين B1 - A6



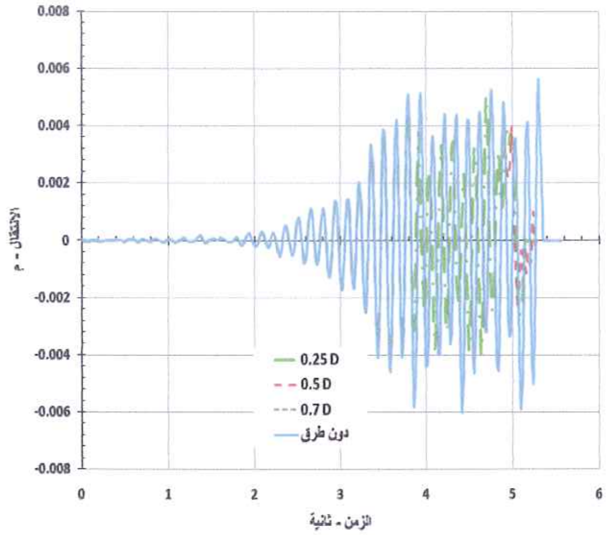
الشكل 115–b:الانتقالات بالإطار رقم /A6/

بتطبيق سجل El centro



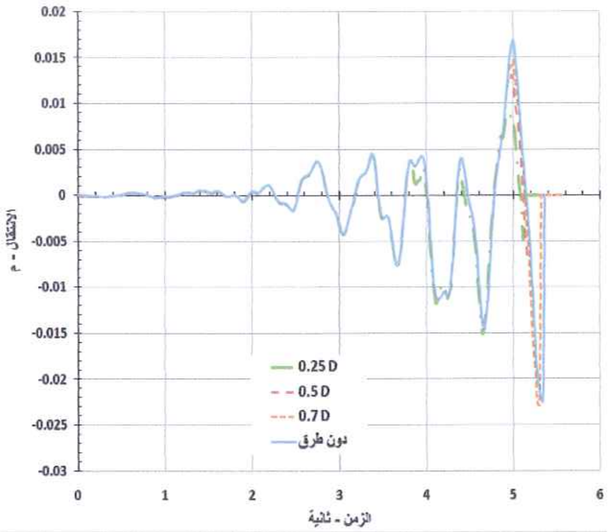
الشكل 116–b:الانتقالات بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل El centro



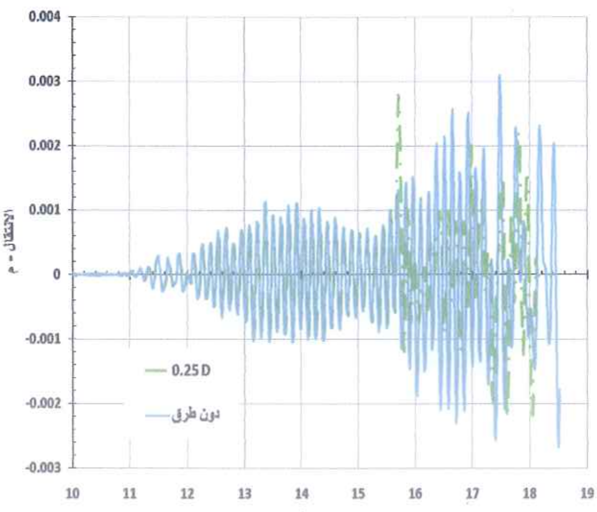
الشكل 117–b:الانتقالات بالإطار رقم /A6/

بتطبيق سجل Northridge



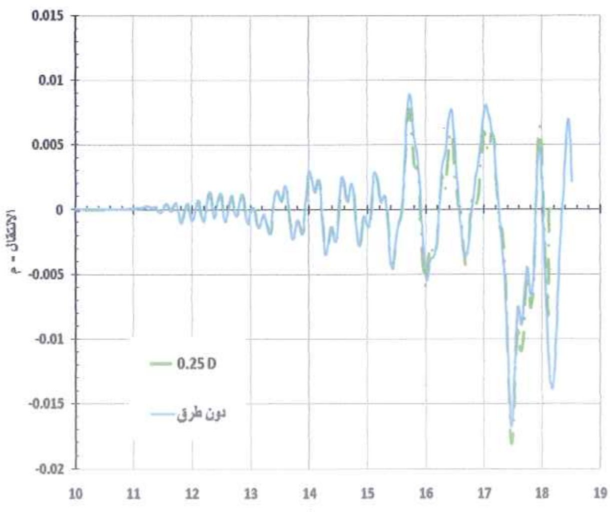
الشكل 118–b:الانتقالات بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل Northridge



الشكل 119–b:الانتقالات بالإطار رقم /A6/

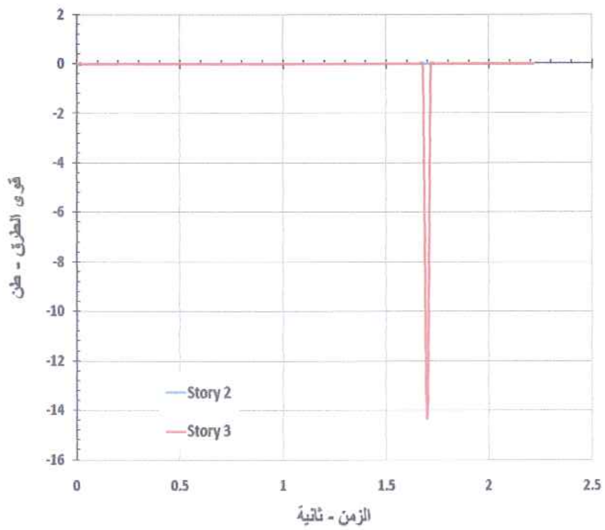
بتطبيق سجل Turkey



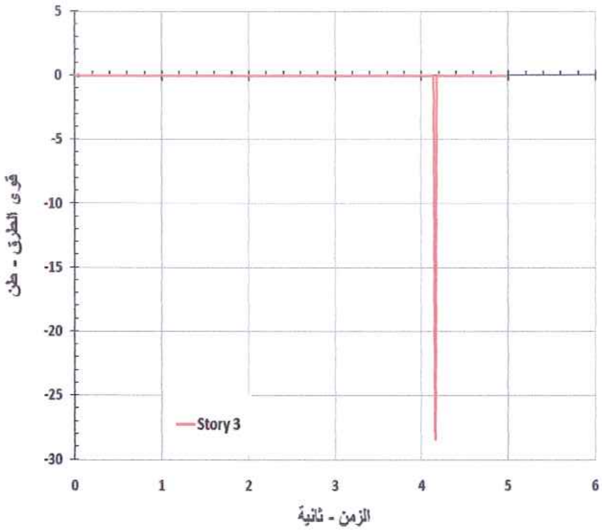
الشكل 120–b:الانتقالات بالإطار رقم /B1/

بتطبيق سجل Turkey

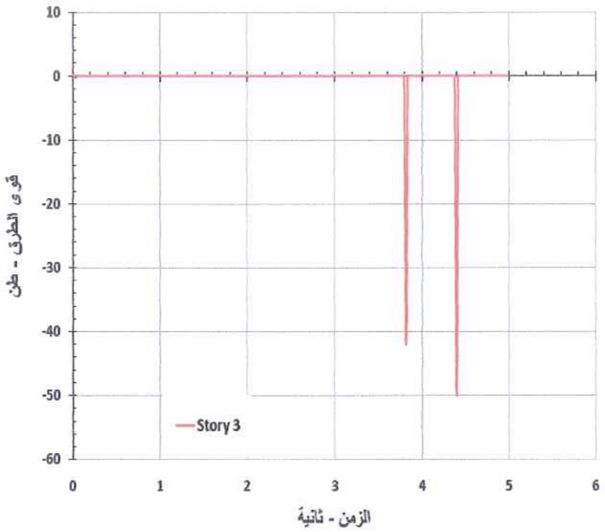
دراسة الطرق بين النموذجين A2 - A1



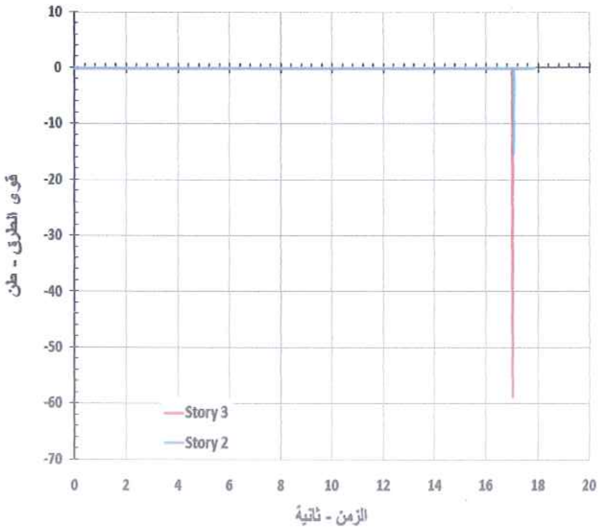
الشكل 121-b: قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل El centro



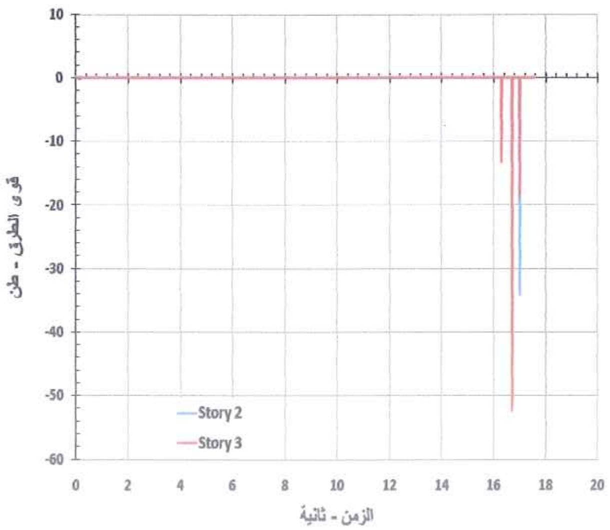
الشكل 122-b: قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل Northridge



الشكل 123-b: قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Northridge

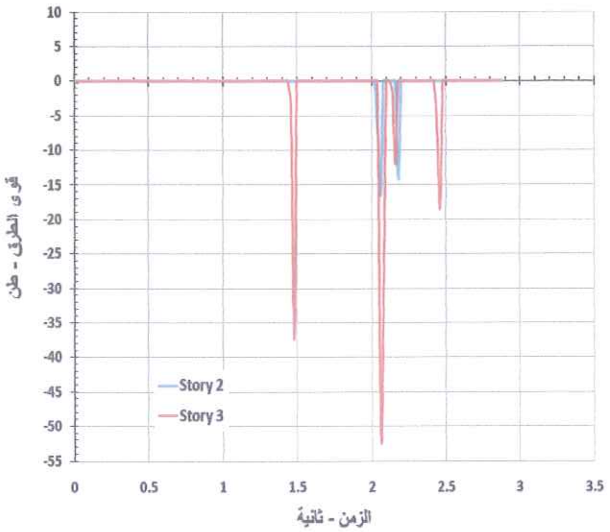


الشكل 124-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل Turkey

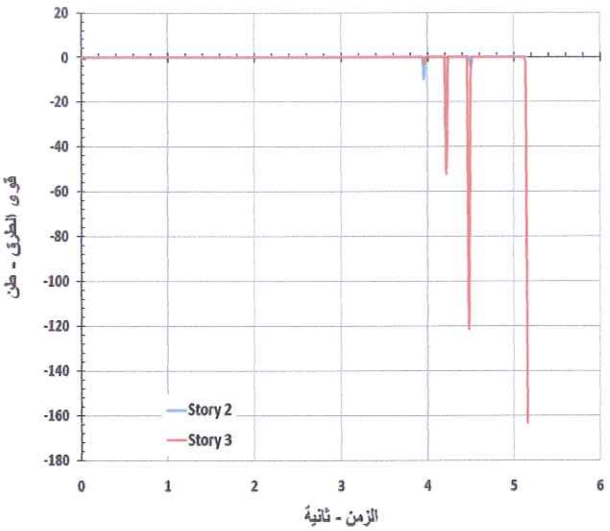


الشكل 125-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Turkey

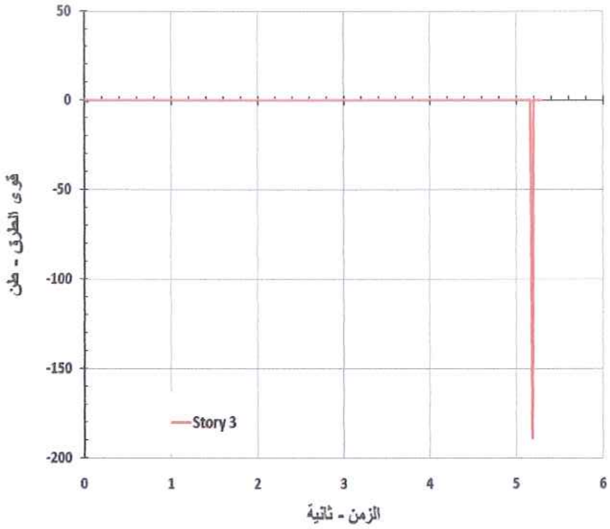
A3 - A1 دراسة الطرق بين النموذجين



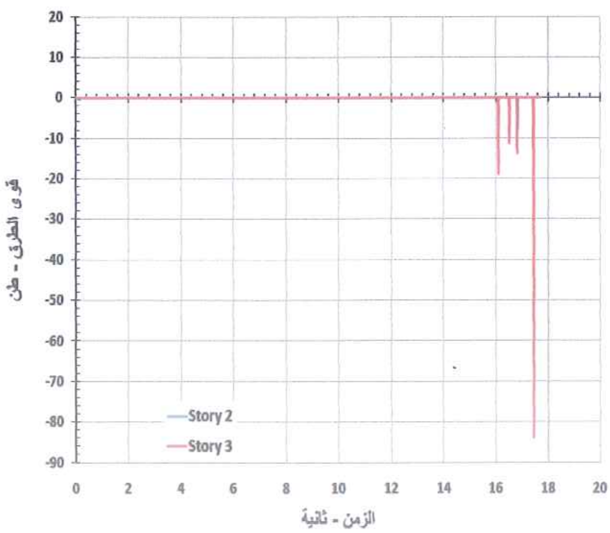
الشكل b-126:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل El centro



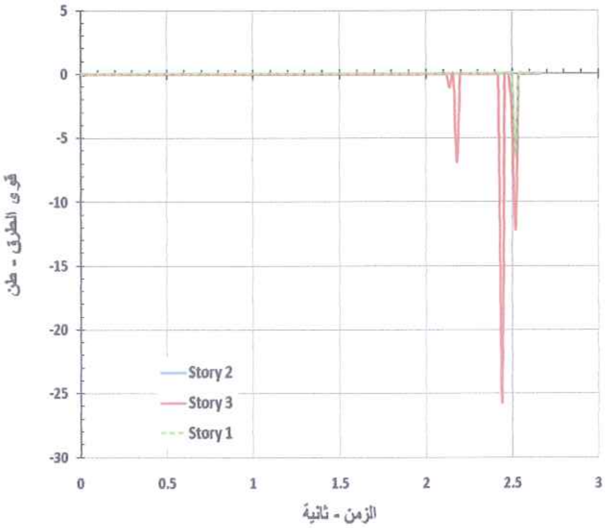
الشكل b-128:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Northridge



الشكل b-127:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل Northridge

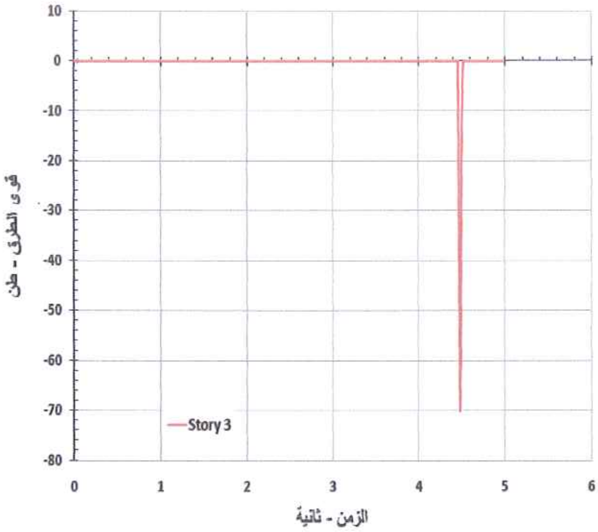


الشكل b-129:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Turkey



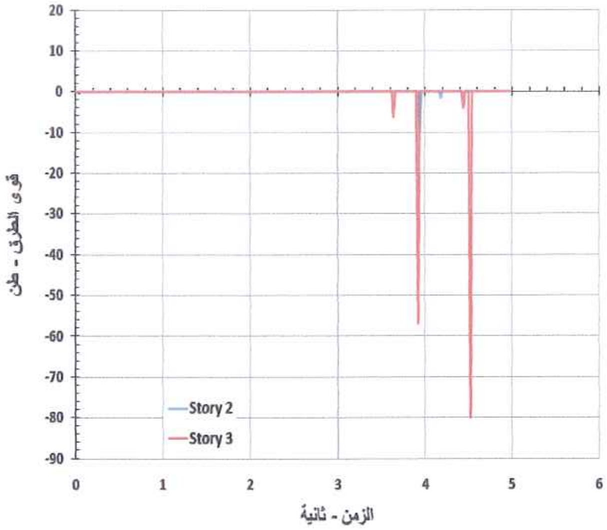
الشكل b-130:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل El centro



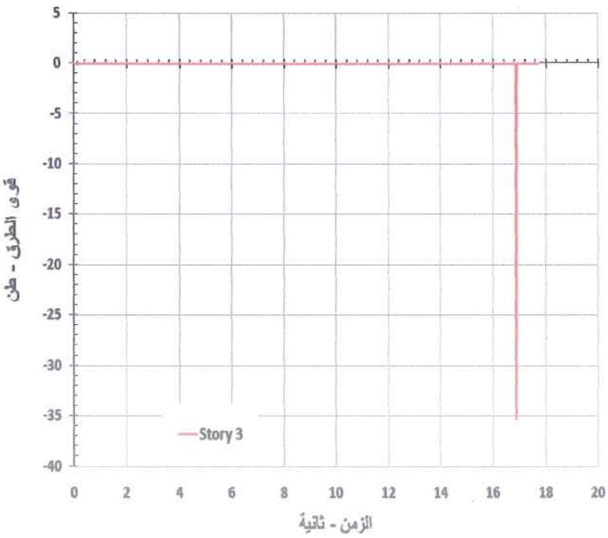
الشكل b-131:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

بتطبيق سجل Northridge



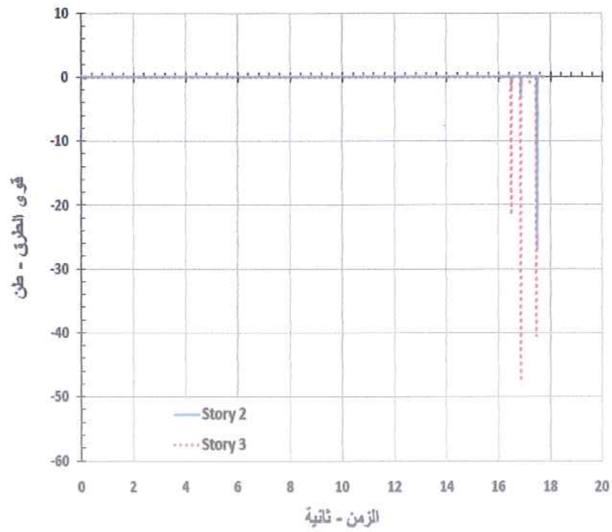
الشكل b-132:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل Northridge



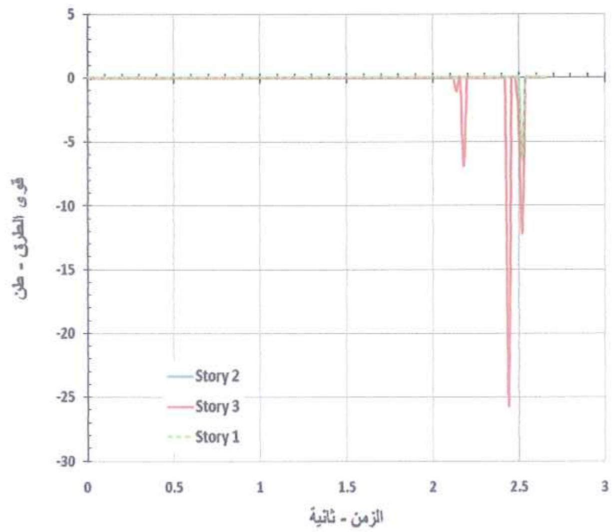
الشكل b-133:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

بتطبيق سجل Turkey



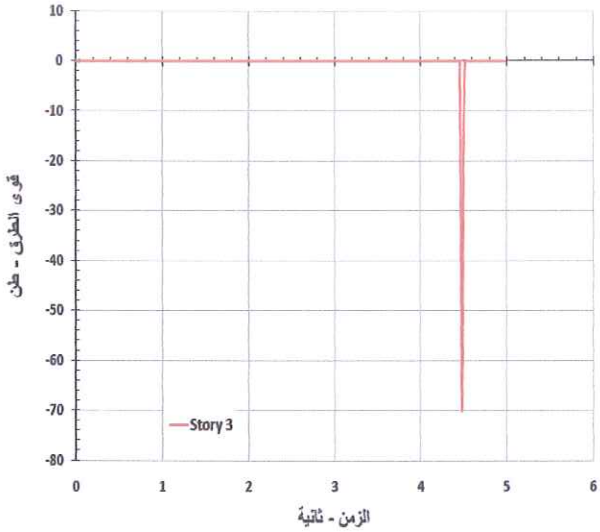
الشكل b-134:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل Turkey



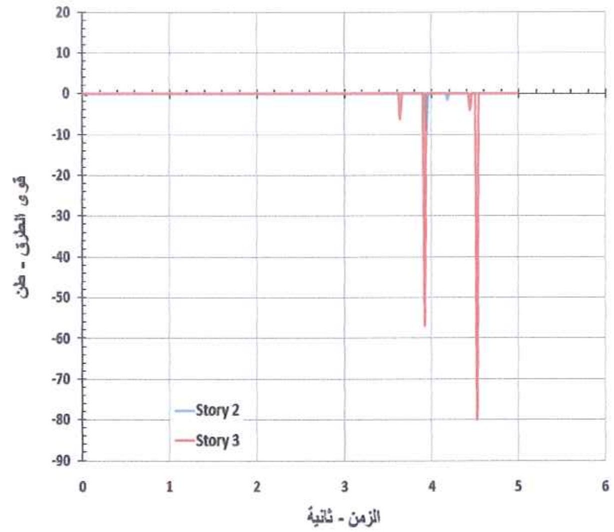
الشكل 135-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل El centro



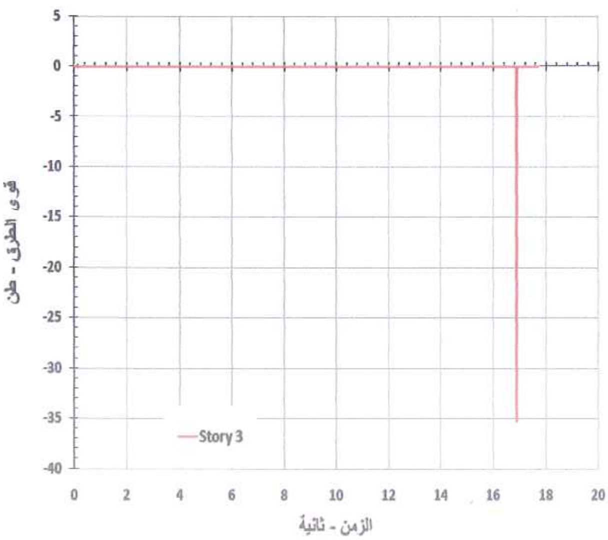
الشكل 136-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

بتطبيق سجل Northridge



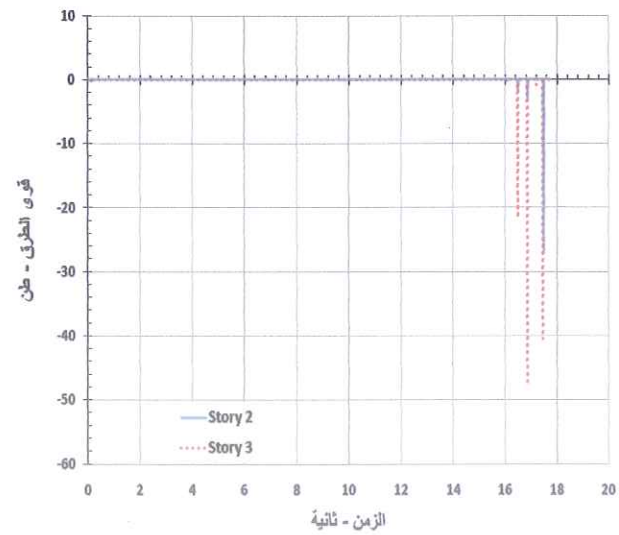
الشكل 137-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل Northridge



الشكل 138-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

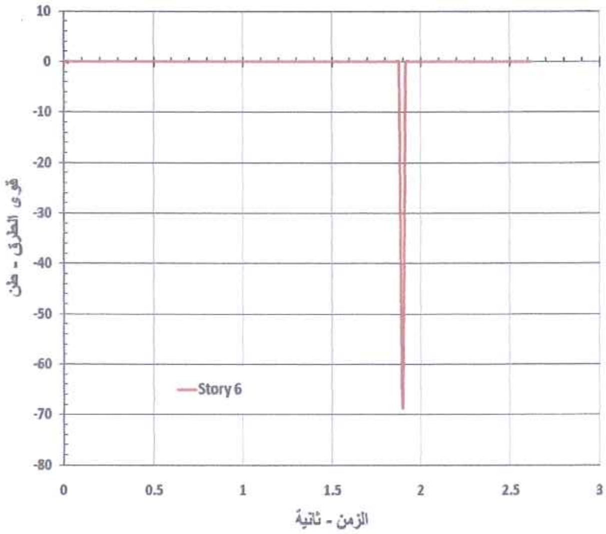
بتطبيق سجل Turky



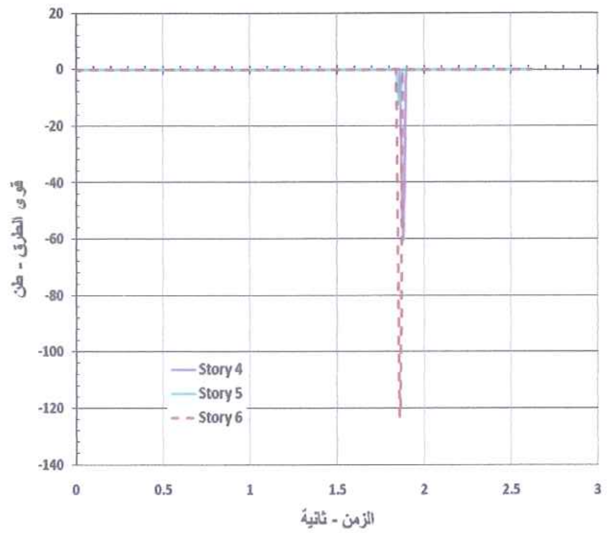
الشكل 139-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل Turky

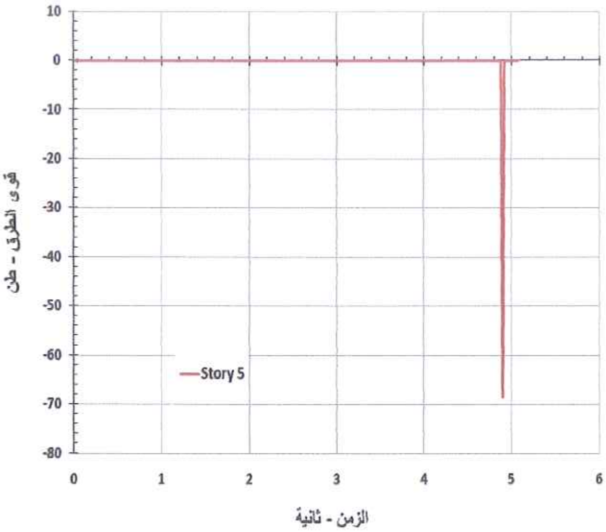
دراسة الطرق بين النموذجين B2 - B1



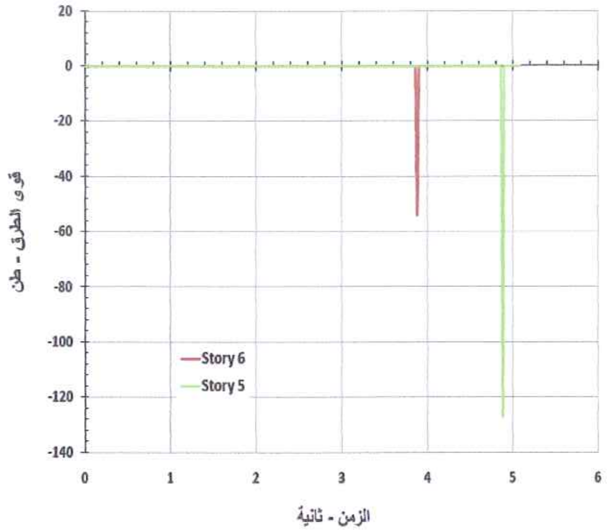
الشكل 140-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل El centro



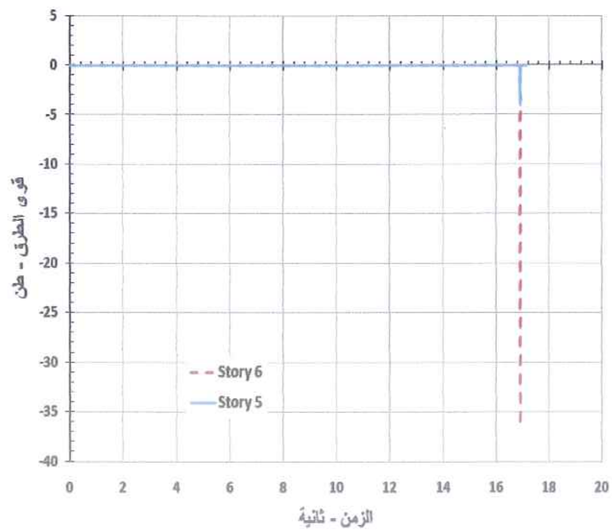
الشكل 141-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل El centro



الشكل 142-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل Northridge

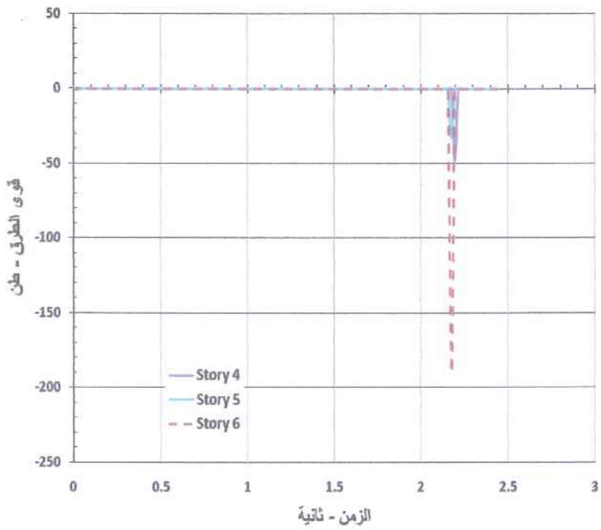


الشكل 143-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Northridge

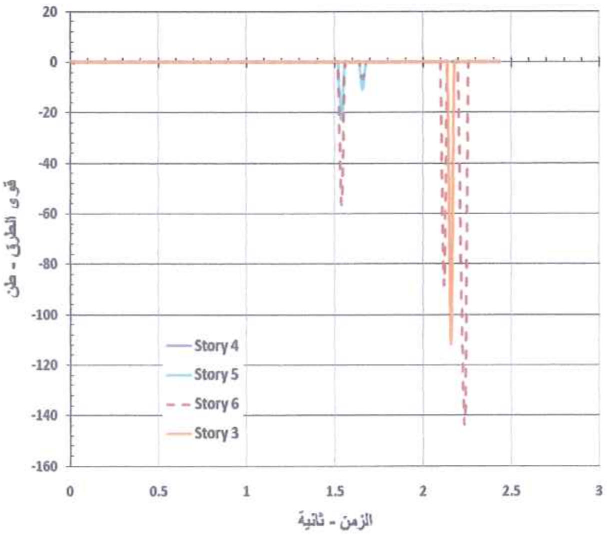


الشكل 144-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Turkey

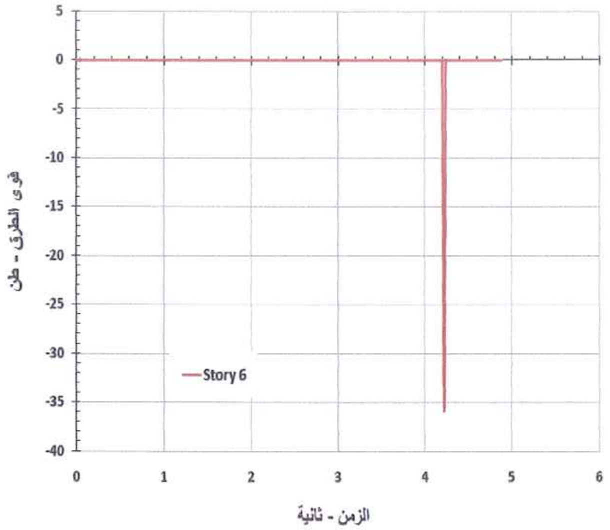
دراسة الطرق بين النموذجين B3 - B1



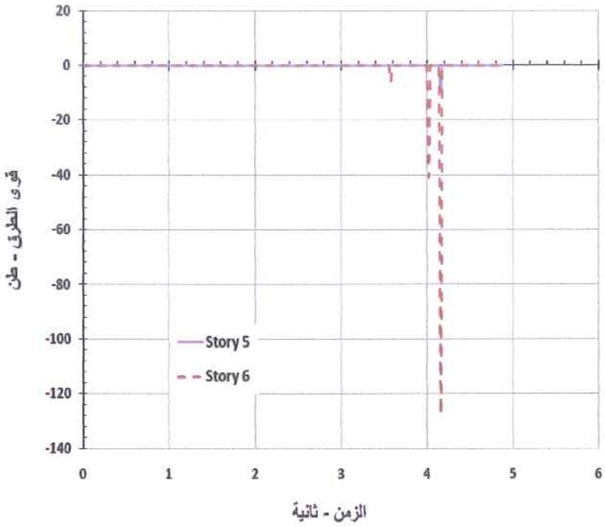
الشكل 155-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.7 D
بتطبيق سجل El centro



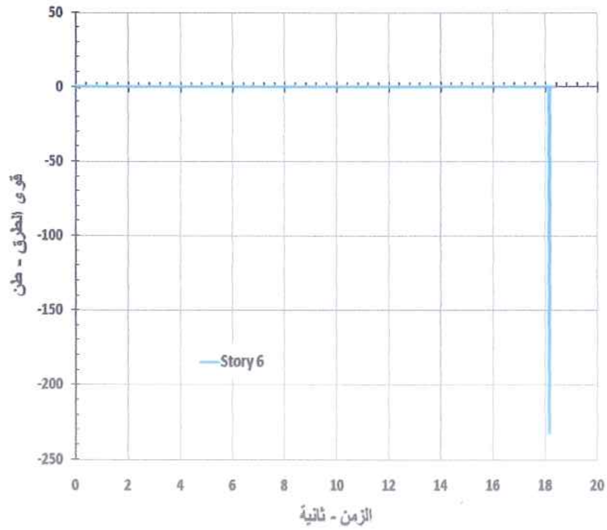
الشكل 156-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل El centro



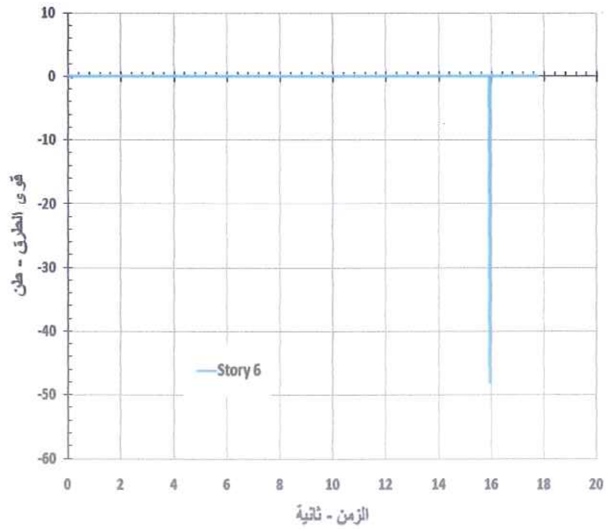
الشكل 157-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.7 D
بتطبيق سجل Northridge



الشكل 158-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Northridge

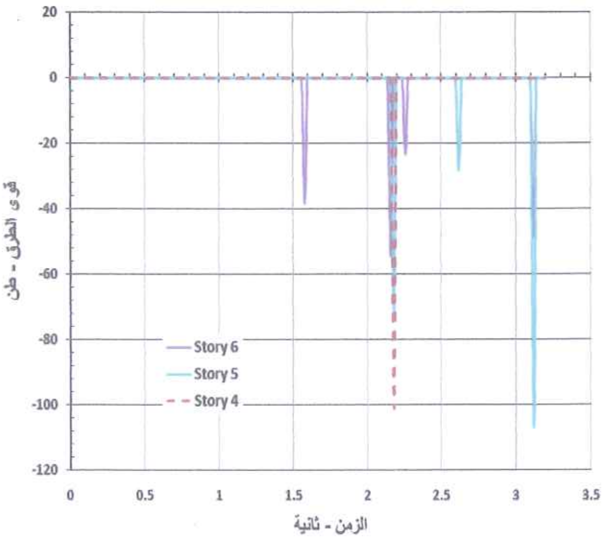


الشكل 159-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.7 D
بتطبيق سجل Turkey



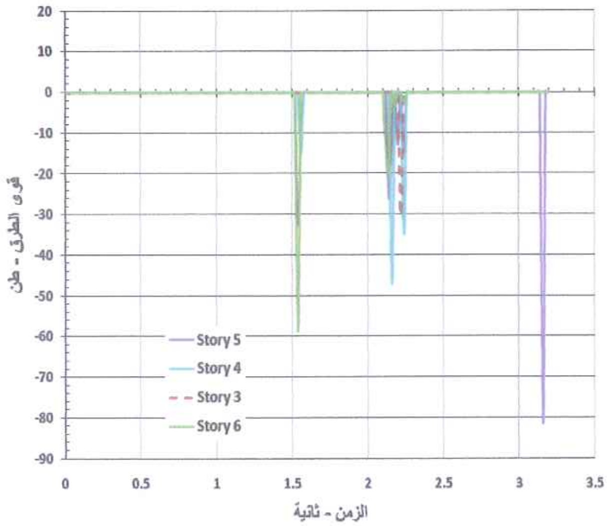
الشكل 160-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Turkey

دراسة الطرق بين الإطارين B1 - B5



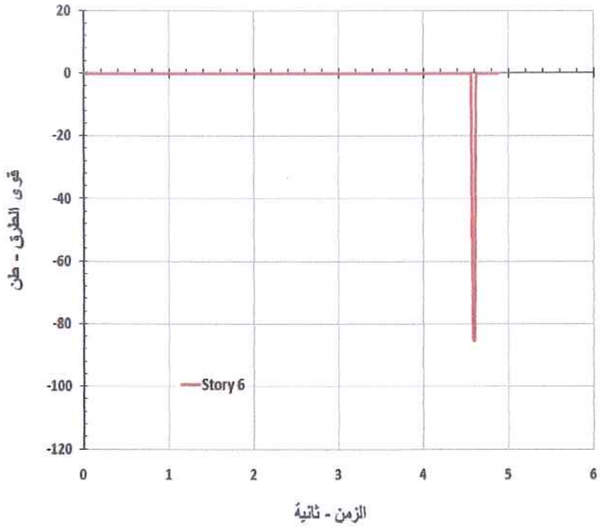
الشكل b-161:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

بتطبيق سجل El centro



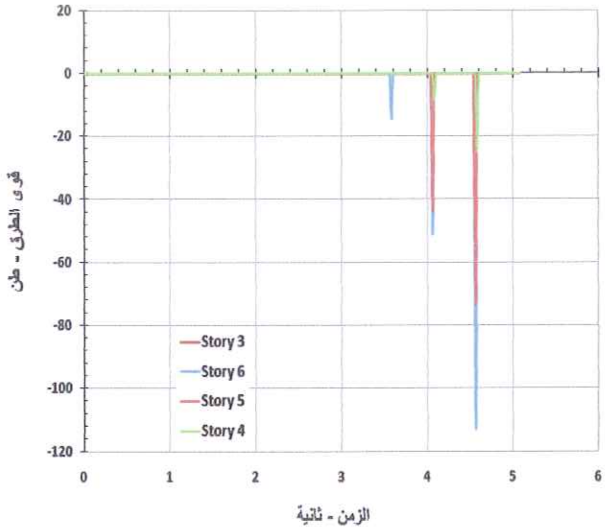
الشكل b-162:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل El centro



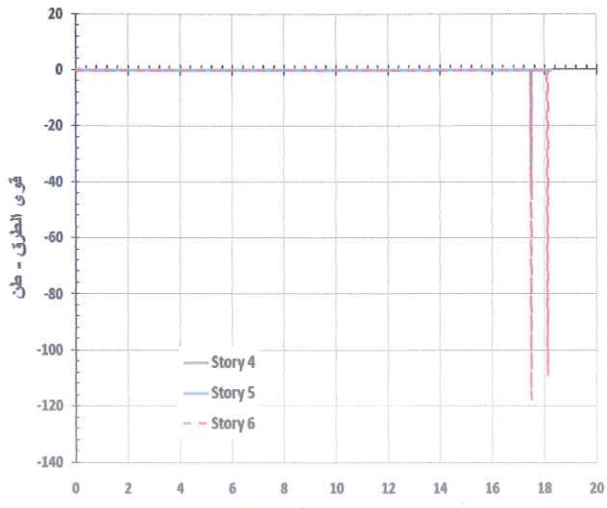
الشكل b-163:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

بتطبيق سجل Northridge



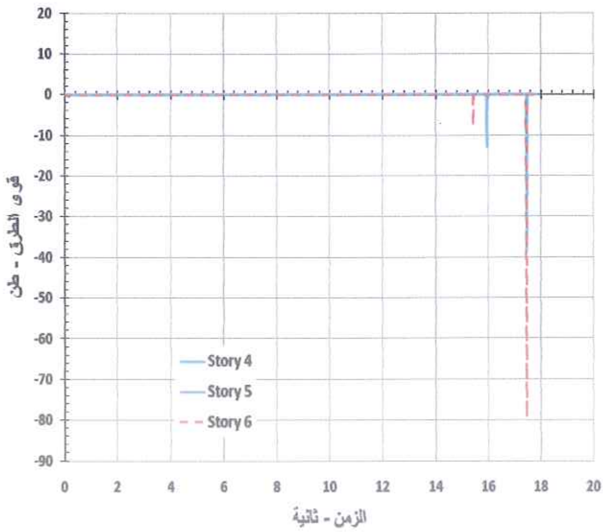
الشكل b-164:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل Northridge



الشكل b-165:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

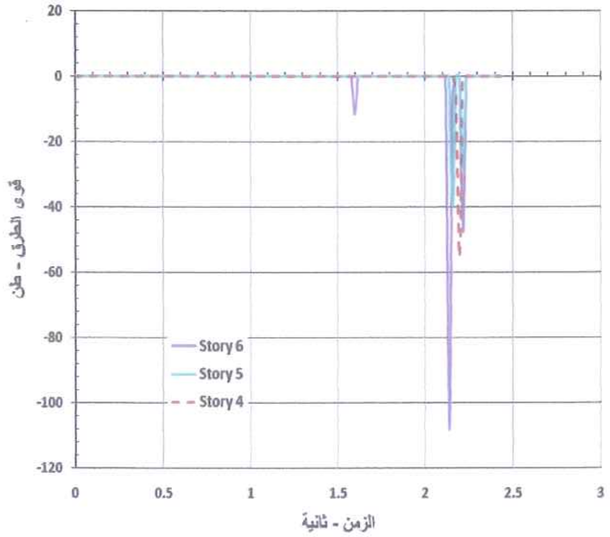
بتطبيق سجل Turky



الشكل b-166:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

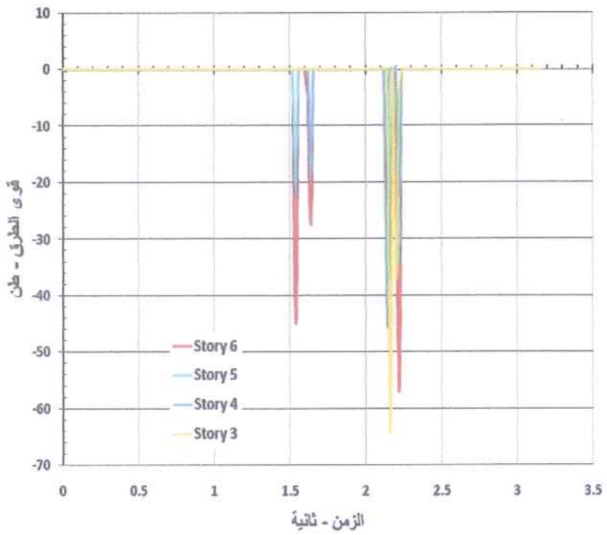
بتطبيق سجل Turky

دراسة الطرق بين النموذجين B6 - B1



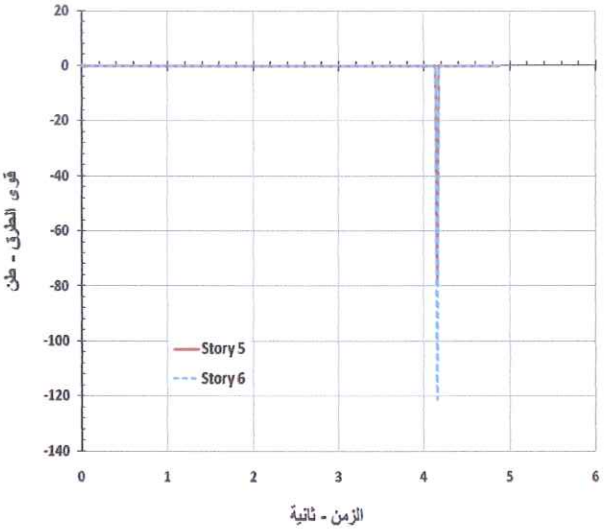
الشكل b-167:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

بتطبيق سجل El centro



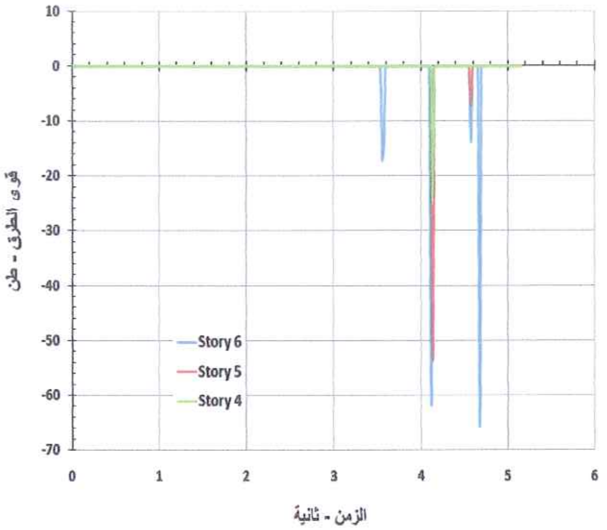
الشكل b-168:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل El centro



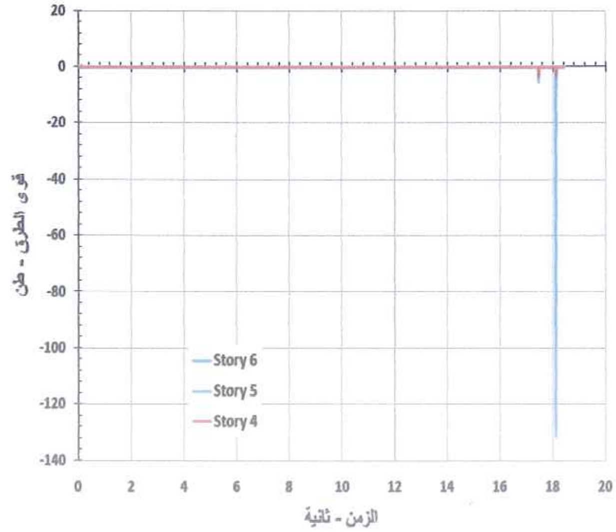
الشكل b-169:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

بتطبيق سجل Northridge



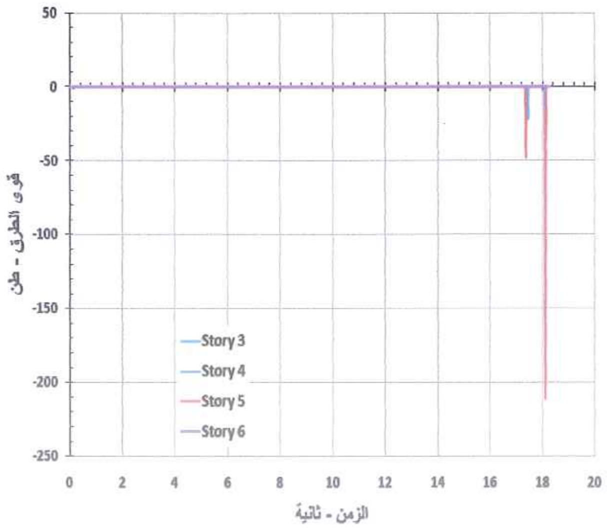
الشكل b-170:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

بتطبيق سجل Northridge



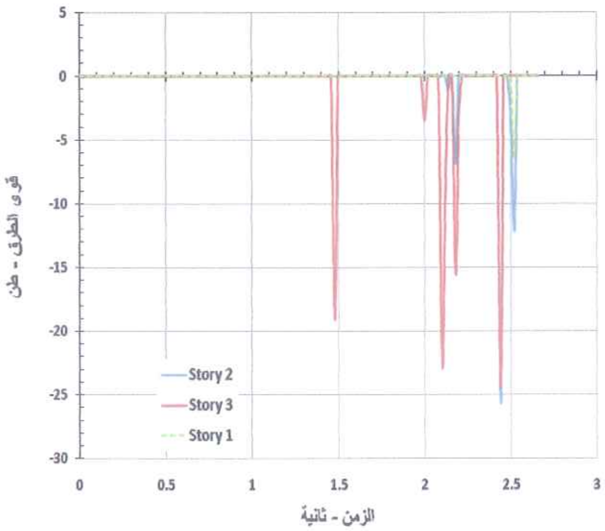
الشكل b-171: قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D

بتطبيق سجل Turkey

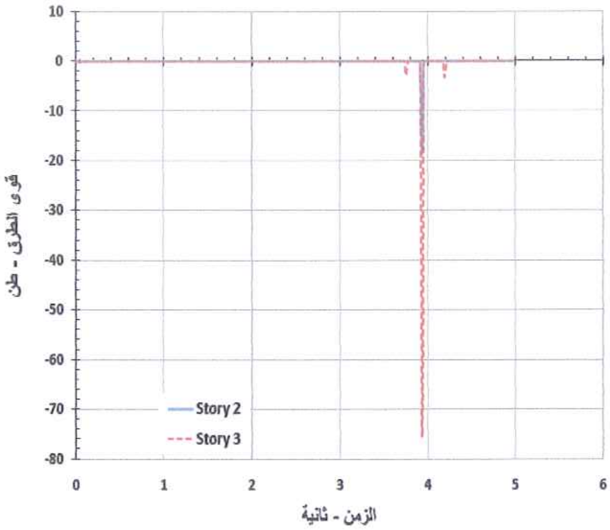


الشكل b-172:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D

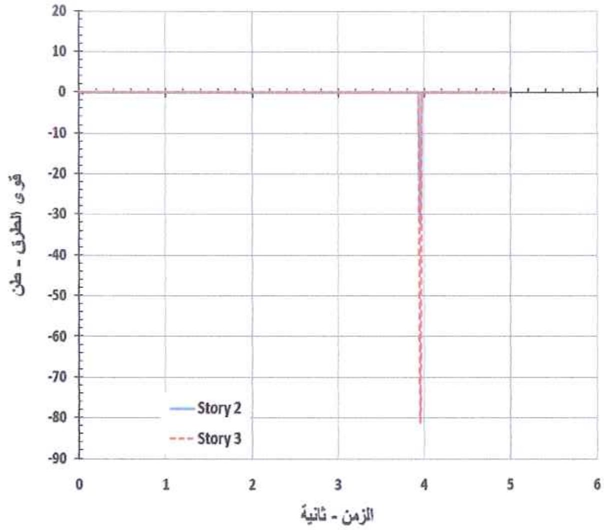
بتطبيق سجل Turkey



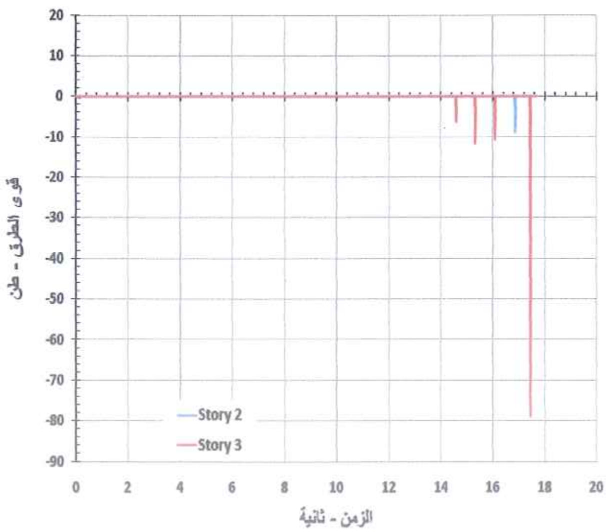
الشكل b-173:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل El centro



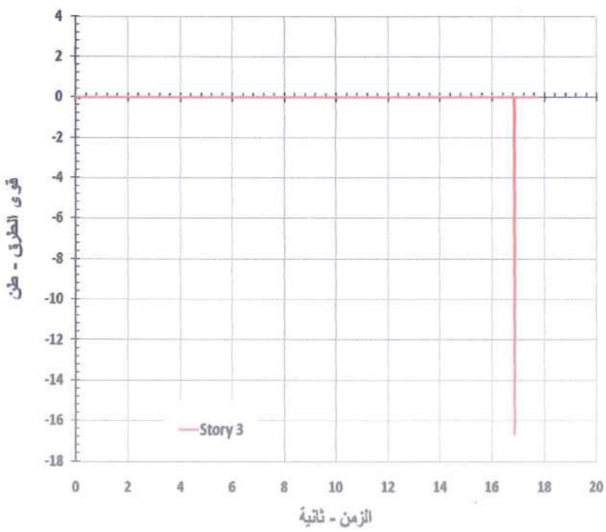
الشكل b-175:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Northridge



الشكل b-174:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل Northridge

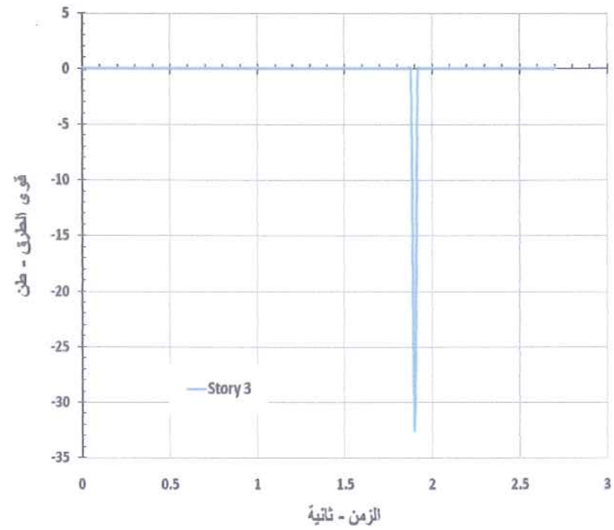


الشكل b-177:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Turky

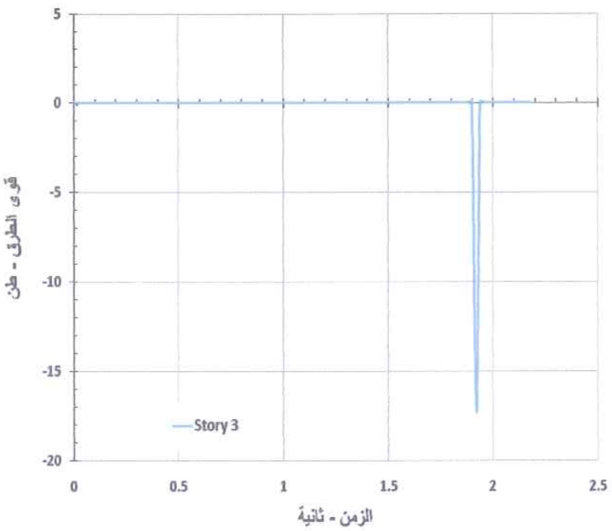


الشكل b-176:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل Turky

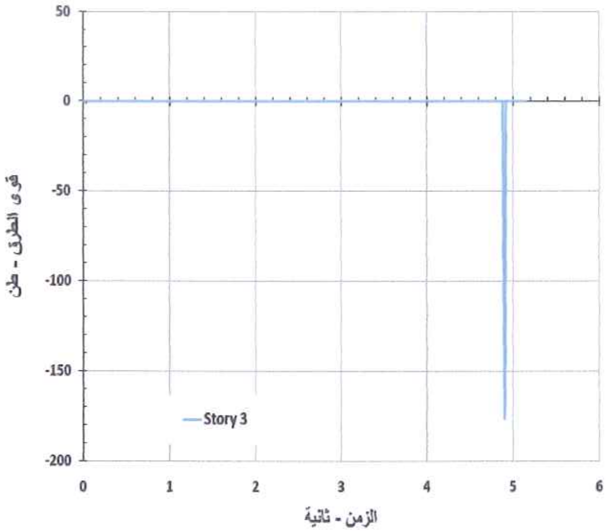
دراسة الطرق بين الإطارين B1 - A1



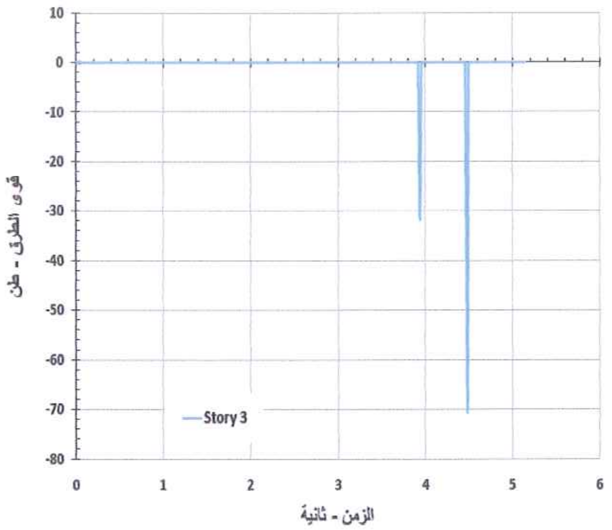
الشكل 173-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل El centro



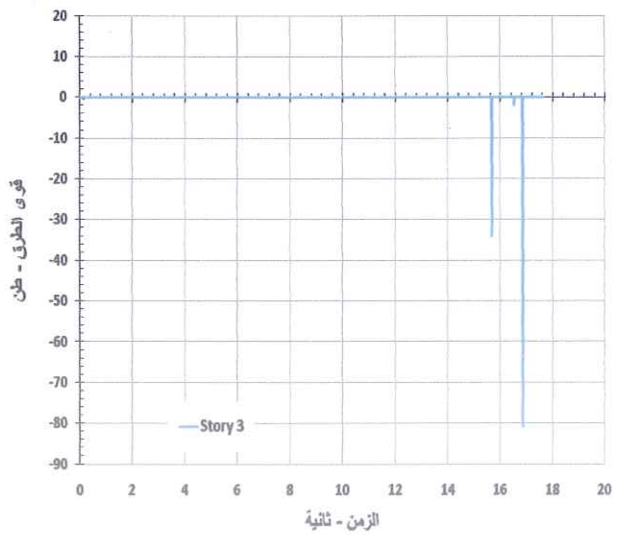
الشكل 174-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل El centro



الشكل 175-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل Northridge

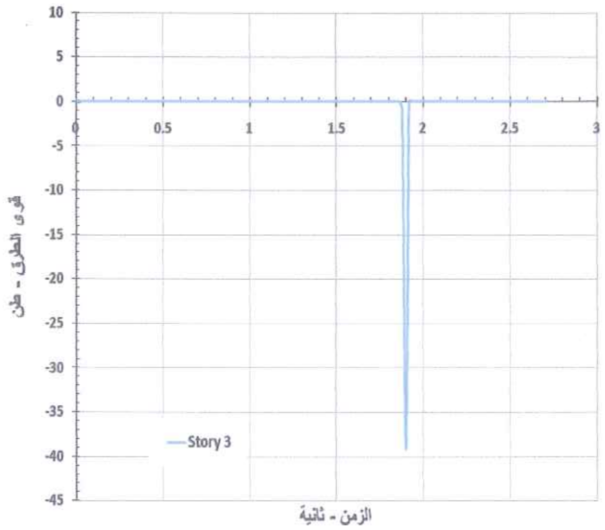


الشكل 176-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Northridge

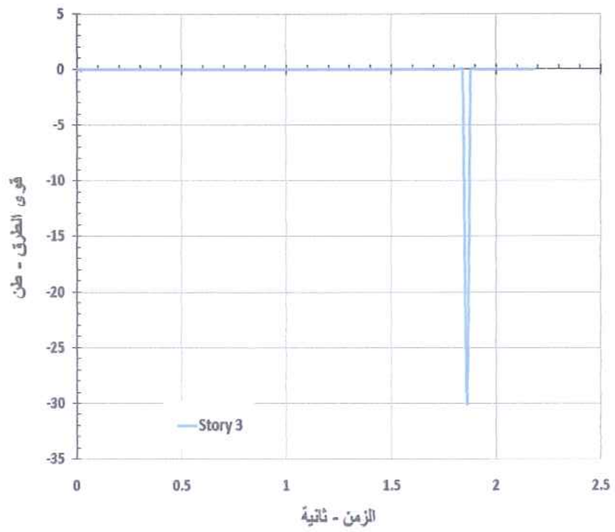


الشكل 177-b:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Turkey

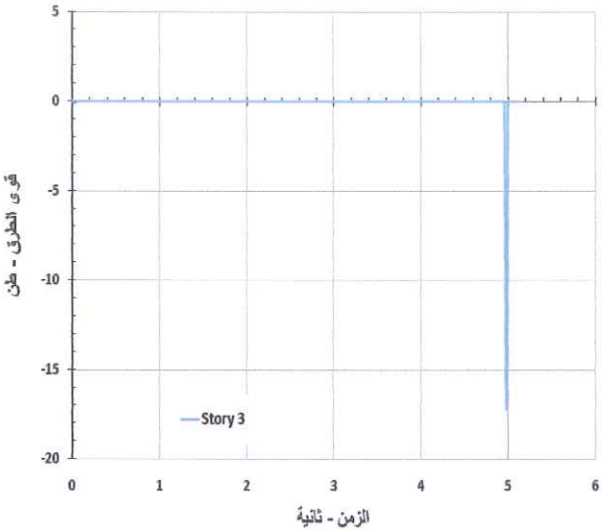
دراسة الطرق بين النموذجين B1 - A6



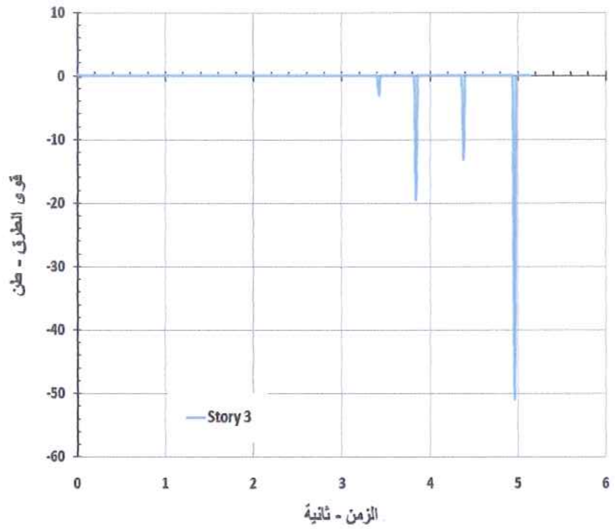
الشكل b-178:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل El centro



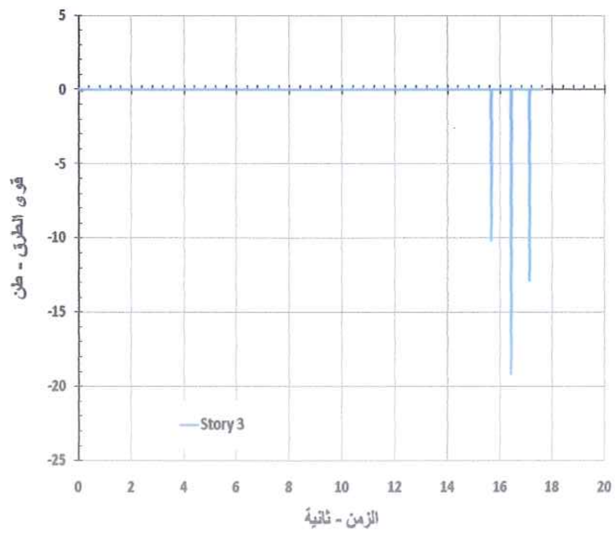
الشكل b-179:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل El centro



الشكل b-180:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.5 D
بتطبيق سجل Northridge



الشكل b-181:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Northridge



الشكل b-182:قوى الطرق التباعد بين الاطارين 0.25 D
بتطبيق سجل Turkey

Abstract:

The phenomenon of pounding between adjacent buildings is one of the most important reasons for the collapse of buildings during an earthquake for that most of the codes increase the distance between the adjacent buildings to avoid the pounding , but on the other hand the high cost of land requires us to take advantage of the largest possible area in addition to the difficulty of making the separation architecturally and in particularly for high buildings where the seperation may reach up to 50 cm .

It is also in the recent period and after the issuance of Annex II to the Syrian Code 2004, there was a big debate in the Engineers Association about the value of seismic gap so a modify for seismic gap value added in Annex I of the Syrian Code 2005 on the imposition of an extended future studies on the subject

We tried to have this research one studies that discuss the subject of the seismic gap where we initially reviewed most of the research on the subject, and then we discussed the methods of modeling pounding among the available programs and depending on previous research and then chose 264 cases to study Pounding in the plane so as to cover most of the cases in reality and we used nonlinear dynamic cases and for three seismic records and also for different values of Seismic Gaps between frames .

analysis of all After finishing the analysis of all models we discussed the changing in shear forces and displacement and the pounding forces and the distribution of plastic hinges in the frames and then we studied the factors that affect on pounding and we discussed the values of Seismic Gaps in syrian code with the results of the study and we summarize the results and writing the recommendations, which we see appropriate Through this research to modify the value of Seismic Gaps Syrian CODE